

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи

03-06-122М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсової роботи «Водозабірні споруди»
з навчальної дисципліни «Водопостачання (водозабірні
споруди)» для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою
«Водопостачання та водовідведення» спеціальності 192
«Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
Навчально-наукового інституту
будівництва та архітектури
Протокол № 3 від 03.11.2020 р.

Рівне – 2020

Методичні вказівки до курсової роботи «Водозабірні споруди» з навчальної дисципліни «Водопостачання (водозабірні споруди)» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Водопостачання та водовідведення» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання [Електронне видання] / Косінов В. П. – Рівне : НУВГП, 2020. – 68 с.

Укладач: Косінов В. П., канд. техн. наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Відповідальний за випуск: Мартинов С. Ю., д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Керівник групи забезпечення спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Бабиць С. М.

© Косінов В.П., 2020
© НУВГП, 2020

ЗМІСТ

	Вступ	5
1	Завдання на проектування	5
2	Склад курсової роботи	6
3	Оформлення курсової роботи	8
4	Вказівки до виконання окремих розділів курсової роботи	9
5	Рекомендації щодо гідравлічних розрахунків окремих споруд водозабору з поверхневого джерела	21
5.1	Визначення продуктивності окремих елементів водозабірних споруд залежно від конструктивного рішення водоприймальної споруди	22
5.2	Визначення розміру прохідного отвору водоприймального вікна водоприймальної споруди, що передбачено перекривати ґратовою решіткою.	24
5.3	Визначення розміру прохідного отвору перепускного вікна водоприймальної споруди, що передбачено перекривати плоскою сіткою.	24
5.4	Визначення висотного габаритного розміру обертової сітки.	25
5.5	Визначення пропускної спроможності трубопроводу для транспортування води від оголовка до БВСК та підбір труб для його улаштування.	27
5.6	Визначення пропускної спроможності трубопроводу для транспортування води для примусового промивання оголовка, змиву решіток і сіток БВСК та підбір труб для його улаштування.	29
5.7	Визначення втрат напору в спорудах та елементах водозабору (на шляху руху води від затопленого оголовка до БВСК)	30
5.8	Особливості розрахунку і конструювання руслових водозаборів із сифонними лініями	33
5.9	Особливості визначення x позначок рівнів води	34

	берегового водозабору.	
5.10	Розрахунки водозаборів із фільтруючими водоприймальними пристроями	35
5.11	Розрахунки ковшового водозабору	37
5.12	Розрахунки та проектування насосної станції I-го підняття	38
6	Особливості конструювання окремих елементів і споруд поверхневого водозабору	41
6.1	Планове і висотне конструювання водоприймальної споруди та берегового водоприймального колодязя.	41
6.2	Самопливні (сифонні) лінії водозабору	44
6.3	Основні рекомендації щодо конструювання насосної станції I-го підняття	46
7	Основні рекомендації щодо підбору допоміжного обладнання водозабірних споруд і насосної станції I підняття	46
7.1	Розрахунок та підбір гідроелеватора (ежектора).	46
7.2	Розрахунок дренажних насосів для насосної станції I-го підняття	48
7.3	Розрахунок вакуум-насосів для забезпечення роботи обладнання водозабірних споруд	48
7.4	Розрахунки пристроїв для промивання ґратових решіток, плоских і обертових сіток.	50
7.5	Додаткові пристрої БВСК	52
8	Статичні розрахунки водозабірних споруд з поверхневого джерела	57
9	Експлуатація водозабірних споруд	59
10	Заходи що до рибозахисту	59
11	Розрахунок і проектування зон санітарної охорони	60
12	Техніко-економічні розрахунки	60
	Список використаної літератури	62
	ДОДАТКИ	
Додаток 1	Приклад графічної частини курсової роботи (Річкові водозабірні споруди)	64
Додаток 2	Умови застосування і конструкція затоплених оголовків руслових і берего-руслових	65

	водозаборів	
Додаток 3	Водоприймачі фільтруючого типу	66
Додаток 4	Висотне і планове конструювання типових оголовків	67
Додаток 5.1	Залежність висоти стовпа води, що відповідає атмосферному тиску від висоти розташування БВСК $H_a = f(Z_s^k)$	69
Додаток 5.2	Залежність напору, що відповідає парціальному тиску водяної пари та від температури (найбільш гарячого місяця року) $H_s = f(T_{нов}^{max})$	69

ВСТУП

Базуючись на основних положеннях освітньо-професійної програми «Водопостачання і водовідведення» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» здобувач першого (бакалаврського) рівня освіти після вивчення навчальної дисципліни повинен бути здатним знати: характеристику джерел централізованого господарсько-питного водопостачання; технологічні схеми і конструкції водозаборів з поверхневих і підземних джерел; основи розрахунків споруд для забирання води з поверхневих і підземних джерел; правила санітарної охорони як джерел водопостачання, так і водозаборів. Повинен практично вміти: розраховувати окремі споруди, їх елементи та обладнання; укладати креслення водозабірних споруд.

Для реалізації поставлених задач в склад навчальної дисципліни «Водопостачання (водозабірні споруди)» включено індивідуальне завдання – курсова робота «Водозабірні споруди».

1.ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

З метою закріплення теоретичних знань та для практичного оволодіння навичками проектування водозабірних споруд передбачено виконання курсової роботи за індивідуальним завданням, зміст якої передбачає :

- обґрунтування місця розташування, типу і технологічної схеми водозабірних споруд;
- гідравлічний розрахунок окремих елементів водозабору;

- розробку конструкції водозабірних споруд;
- підбір основного технологічного обладнання для водозабірних споруд;
- статичні розрахунки на стійкість окремих споруд водозабору;
- техніко-економічні розрахунки.

Обсяг курсової роботи: пояснювальна записка – 25-30 с.; один аркуш креслень формату А1.

Заочна форма навчання

Студенти заочної форми навчання виконують курсову роботу за індивідуальним завданням, яке передбачає проектування водозабірних споруд із забором води або з підземного, або з поверхневого джерела.

Зміст курсової роботи за варіантом забору води із поверхневого джерела співпадає з аналогічним варіантом для студентів денної форми навчання. Зміст курсової роботи з варіантом забору води із підземного джерела наведений у методичних вказівках (2 частина) розділі 2.

Обсяг курсової роботи: пояснювальна записка – 25-30 с.; один аркуш креслень формату А1.

При виконанні курсової роботи дозволяється використовувати діючі типові проекти і стандартні методики розрахунків споруд та обладнання. Але, у той же час студент-здобувач вищої освіти повинен шукати нові технологічні рішення при компонуванні окремих елементів і споруд та обирати енерго-ефективне і надійне технологічне обладнання. Рекомендується також використовувати результати науково-дослідних робіт. Слід забезпечити надійну роботу водозабірних споруд.

Вихідні дані до курсової роботи обираються за індивідуальним завданням (Додаток 1) за виданим викладачем чотирьох значним шифром

2. СКЛАД КУРСОВОЇ РОБОТИ

Зміст пояснювальної записки наступний:

Варіант забору води з поверхневого джерела (*Річкові водозабірні споруди*):

Вступ.

1. Завдання, на проектування та вихідні дані.

2. Аналіз природніх умов забору води, гідрологічних умов річки та профілю берега в місці створу водозабірних споруд
- 3.Визначення розрахункової продуктивності водозабірних споруд.
4. Обґрунтування місця розташування, типу і технологічної схеми водозабірних споруд.
- 5.Гідравлічні розрахунки елементів водозабору.
- 6.Планове і висотне конструювання водоприймальної споруди та берегового водоприймального колодязя.
- 7.Підбір основного і допоміжного обладнання водозабірних споруд.
- 8.Статичні розрахунки стійкості окремих елементів і споруд водозабору.
- 9.Заходи щодо рибозахисту.
- 10.Проектування зони санітарної охорони ділянки водного джерела і водозабірних споруд.
- 11.Експлуатація водозабірних споруд.
- 12.Техніко-економічні розрахунки.

Список використаної літератури.

ДОДАТКИ.

Пояснювальна записка ілюструється ескізами та схемами.
Приблизний перелік Ілюстрацій: .

До розділу 1: План ділянки річки (ситуаційний план місцевості з нанесенням водопровідних споруд та ЗСО водо джерела і водозабірних споруд);

До розділу 2: Поперечний профіль річки в створі водозабірних споруд;

До розділу 3: Планова і висотна схема водозабірних споруд (з вказівкою відстаней між окремими спорудами)

До розділу 4: Планова і висотна схема до гідравлічного розрахунку;

- до визначення позначок рівнів води в береговому колодязі;
- до розрахунку сифонних водогонів;
- до визначення розмірів ковша;
- до підбору насосів та інші.

До розділу 5: Схема до конструювання берегового колодязя;

- схема до конструювання затопленого оголовка;
- схема до конструювання фільтруючого водоприймача.

До розділу 6:

- планова схема комунікацій насосної станції;
- схеми до розрахунку і вибору:промивних пристроїв, щитових затворів, вакуум-колони, гідроелеватора, вантажно-під'омного обладнання; вакуум-насосів, дренажних насосів.

До розділу 7:

Схема до розрахунку стійкості берегового колодязя (оголовка);

До розділу 8:Схема рибозахисного пристрою;

До розділу 9: Границі поясів зони санітарної охорони водного джерела.

Графічна частина: Поперечний профіль берега з нанесенням елементів водозабору; План і розріз оголовка; Розріз БВСК; плани підземної частини та службового павільйона БВСК; специфікація обладнання та трубопроводів БВСК; аксонометрична схема комунікацій і обладнання БВСК. Як додаткове завдання креслення окремих елементів водозабору (гратових решіток, плоских сіток, гідроелеваторів, вантажно-під'омного обладнання (ВПО) тощо.

Приклад графічної частини наведено у додатку 1.

Варіант забору води з підземного джерела (**Водозабірні споруди із підземного джерела**):

Вступ.

- 1.Вибір майданчика і водоносного шару для експлуатації
- 2.Вибір способу буріння і конструкції свердловини.
- 3.Вибір і розрахунок фільтра свердловини.
- 4.Визначення кількості свердловин і розрахункового дебіту одної свердловини.
- 5.Підбір марки заглибного експлуатаційного насоса.
- 6.Підбір типу і розрахунок ерліфта для проведення дослідних відкачок води із свердловини.
7. Проектування зони санітарної охорони ділянки водного джерела і водозабірних споруд.
- 8.Техніко-економічні розрахунки.

Список використаної літератури.

ДОДАТКИ.

3.ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Пояснювальну записку слід виконувати на одному боці аркуша формату А4 або набрати в текстовому редакторі WORD на

комп'ютері з шрифтом New Times Roman висотою 14пк з однорядковим інтервалом та роздрукована на принтері. Поля: верхнє та нижнє – 20мм, лїве 25мм, праве 15мм. Дозволено виконувати й чорнилом («вручну»).

Записка повинна мати титульну сторінку стандартного зразка. Розділам надається наскрізна нумерація. Нумерація рисунків і таблиць наскрізна в межах кожного розділу. Ескізи споруд та розрахункові схеми виконуються із застосуванням спеціалізованих комп'ютерних додатків (Visio, AutoCAD або Компас), або олівцем. виконуються із застосуванням стандартних графічних редакторів Текст пояснювальної записки має бути лаконічним, логічно викладеним у супроводжуватися посиланням на літературні джерела. Пояснювальну записку студент-здобувач підписує особисто.

Креслення виконуються на стандартних аркушах ватману формату А1 із застосуванням спеціалізованих комп'ютерних додатків (AutoCAD або Компас), або олівцем, з дотриманням вимог ПКД.

4.ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Вказівки наводяться відповідно до змісту пояснювальної записки.

Вступ. Слід навести стило значення і роль водозабірних споруд у роботі системи водопостачання, а також проектні завдання, що вирішуються у курсовій роботі. Обсяг не більше 1 сторінки.

Розділ 1. Завдання, на проектування та вихідні дані.

До нього підшивають бланк завдання, виданий викладачем. Виписують вихідні дані на проектування (загальні відомості, гідрологічні характеристики джерела водопостачання в створі водоприймальної споруди, та інші відомості про водне джерело (основні види забруднень, спосіб використання джерела для інших господарських потреб, зимовий режим тощо).

Для зручності аналізу вихідних даних укладається таблиця (табл.4.1).

До бланку завдання керівник видає ситуаційний план місцевості де показано як водне джерело, так і об'єкт водопостачання (місто) та вказаний напрям течії річки.

Таблиця 4.1

Приклад оформлення аналізу гідрологічних даних водного джерела (в створі водоприймача водозабірних споруд)

№ з/п	Показник	Умовне позначення	Одиниця виміру	Формула для визначення (або джерело вибору)	Числове значення
1	2	3	4		5
1	Мінімальна витрата води в річці (при умові РНВ)	$Q_{p.min}$	м ³ /с	ІЗ	
2	Максимальна витрата води в річці (при умові РВВ)	$Q_{p.max}$	м ³ /с	ІЗ	
3	Мінімальна швидкість течії води в річці (при умові РНВ)	$V_{p.min}$	м/с	ІЗ	
4	Максимальна швидкість течії води в річці (при умові РВВ)	$V_{p.max}$	м/с	ІЗ	
5	Швидкість руху води при шуго ході	$V_{p.ш.}$	м/с	ІЗ	
6	Абсолютна геодезична позначка мінімального рівня води у водо джерелі (при умові РНВ)	$Z_{РНВ}$	м	ІЗ (ситуаційний план місцевості)	
7	Абсолютна геодезична позначка максимального рівня води у водо джерелі (при умові РВВ)	$Z_{РВВ}$	м	$Z_{РВВ} = Z_{РНВ} + \Delta h_4$	
8	Абсолютна геодезична позначка дна у водо джерелі	$Z_{дн.р.}$	м	$Z_{дн.р.} = Z_{РНВ} - \Delta h_1$	
9	Абсолютна геодезична позначка максимального рівня води зимовий період у водо джерелі (при умові твердого кригоставу)	$Z_{МЗР}$	м	$Z_{МЗР} = Z_{РНВ} + \Delta h_2$	
10	Абсолютна геодезична позначка рівня води зимовий період у водо джерелі (при умові шуго заповнення русла)	$Z_{p.ш.}$	м	$Z_{p.ш.} = Z_{РНВ} + \Delta h_3$	
11	Абсолютна геодезична позначка розшарування ґрунтів берега річки	$Z_{p.г.}$	м	$Z_{p.г.} = Z_{РНВ} - \Delta h_1$	
12	Глибина рівня води в річці (при умові РНВ)	$H_{p.min}$	м	$H_{p.min} = Z_{РВВ} - Z_{дн.р.}$	

Продовження табл.4.1

1	2	3	4	5	6
13	Глибина рівня води в річці (при умові РВВ)	$H_{p.\max}$	м	$H_{p.\max} = Z_{РВВ} - Z_{\text{дн.р.}}$	
14	Максимальний перепад рівнів води в річці	$\Delta Z_p.$	м	$\Delta Z_p. = Z_{РВВ} - Z_{РНВ}$	
15	Висота живого перерізу річки (в період твердого кригоставу)	$H_{\text{ж.р.}}$	м	$H_{\text{ж.р.}} = Z_{\text{МР}} - h_{\text{ж.р.}} - Z_{\text{н.р.}}$	
16	Ширина русла річки (по урізу води в меженний період)	$B_p.$	м	ІЗ	

Таблиця 4.2

Приклад аналізу вихідних даних про якість води водного джерела та можливих осередків його забруднення (в створі водоприймача водозабірних споруд)

№ з/п	Показник	Умовне позначення	Одиниця виміру	Числове значення (опис)	ПРИМІТКА (вказати ступінь утруднення забору води з джерела)
1	2	3	4	5	6
1	Каламутність води джерела	М	мг/дм ³		
2	Ступінь шугозаповнення русла	Ш	%		
3	Товщина криги	$h_{кр.}$	м		
4	Наявність водоростів	Водорос.	-	Багато (мало, немає)	
5	Сприятливі умови для біоброствування	Біо	-	Так (ні)	
6	Наявність сміття	См	-	Багато (мало, немає)	
7	Діаметр частинок наносів	d_n	мм		

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6
8	Лісосплав	Ліс	-	Ймовірний (неможливий)	
9	Судноплавство	Суд	-	Ймовірний (неможливий)	
10	Рибогосподарське призначення річки	Риб.з н.		РГП (НРГП)	

Розділ 2. Визначення розрахункової продуктивності водозабірних споруд.

Повна продуктивність водозабірних річкових споруд $Q_{ВЗС}$,
м³/с, визначається за формулою

$$Q_{ВЗС} = \frac{(1 + \alpha_{е.п.}) \cdot Q_{р.доб.}}{24 \cdot 3600}, \quad (4.1)$$

де $Q_{р.доб.}$ корисна складова продуктивності водозабору, яка дорівнює повній максимально добовій потребі у воді об'єкта водопостачання (в курсовій роботі населеного пункту), м³/добу (приймається за заданням);

$\alpha_{е.п.}$ - коефіцієнт, який враховує додатковий відбір води на власні потреби як самого водозабору, так і станції водопідготовки, приймається у долях від одиниці (приймається за ІЗ);

ПРИМІТКА: Тривалість роботи водозабору приймається цілодобовою (24 год./добу.).

Критерієм можливості, використання річки в незарегульованому стані джерела водопостачання є значення коефіцієнту водовідбирання $K_г$.

$$K_г = \frac{Q_{ВЗС}}{Q_{р.мин}} < 0,3, \quad (4.2)$$

де $Q_{р.мин}$ - мінімальна витрата води в річці (при умові РНВ), м³/с, (може бути прийнята з табл.1.1).

ПРИМІТКА: У разі невиконання умови (4.2) необхідно передбачити сезонне або багаторічне регулювання природного стоку річки (наприклад підняттям рівня води після створу ВЗС шляхом улаштування греблі).

За вихідними даними завдання відповідно до [1,табл.ІЗ] встановлюються природні умови забирання води (легкі, середні, важкі, дуже важкі). Характеристика умов забору води визначається за найбільш важким видом утруднення.

Категорія надійності подачі води установлюється на підставі вказівок [1,п.9.2.3, п.6.1.1.,табл..1, прим.4] для міст відповідно до їх розміру і значення як об'єкту водопостачання.

Розділ 3. Обґрунтування місця розташування, типу і технологічної схеми водозабірних споруд.

При виборі місця розташування водозабору враховуються вимоги [1,п.9.2,6...9.2.11].

Ділянка під будівництво водозабору приймається виходячи з топографічних, геологічних, гідрогеологічних, гідрологічних та санітарних умов місцевості, після погодження з усіма зацікавленими організаціями і контролюючими установами.

Створ для розміщення водозабірних споруд може бути вибраний на підставі рекомендацій І.В.Попова [4,с.22; 14,с.4] після аналізу плану ділянки, річки і визначення типу руслового процесу, що проходить на ній. При виборі створу водозабірних споруд на ситуаційному плані місцевості слід враховувати перспективу розвитку населеного пункту та можливість влаштування зон санітарної охорони.

Студенту-здобувачеві слід вибрати місце створу для розміщення водозабірних споруд та нанести його на виданому викладачем ситуаційному плані місцевості (розділ 1).

На листі (вкладці) міліметрового паперу викреслити поперечний профіль річки у створі водозабірних споруд в масштабі $M_{гор} = M_{верт} = 1:100, 1:200; 500$ з нанесенням розрахункових рівнів води. Допускається виконання поперечного профілю з боку берега, де намічено розміщення водозабору, до тальвегу річки, або з боку тальвегу (Рис.4.1-4.2). Допускається виконання даного креслення в графічному редакторі на комп'ютері.

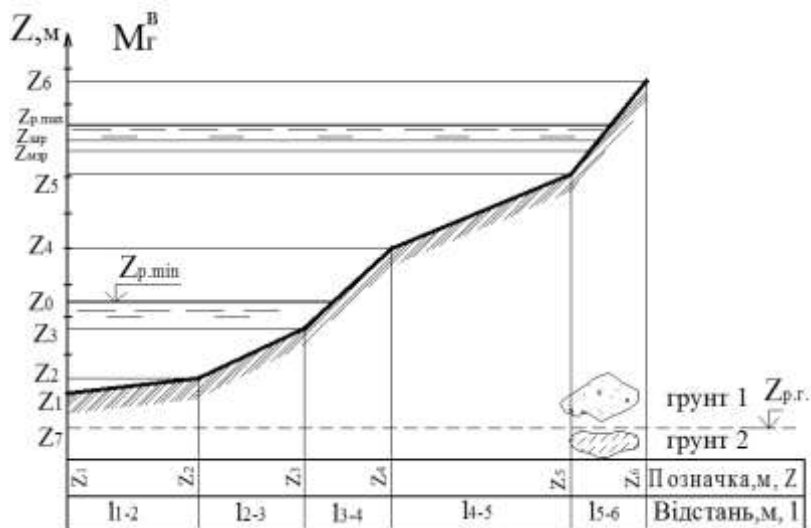


Рис.4.1 Приклад розміщення поперечного профілю по створу з боку тальвегу річки (при умові розміщення водозабірних споруд і об'єкта водопостачання з правого боку за течією річки).

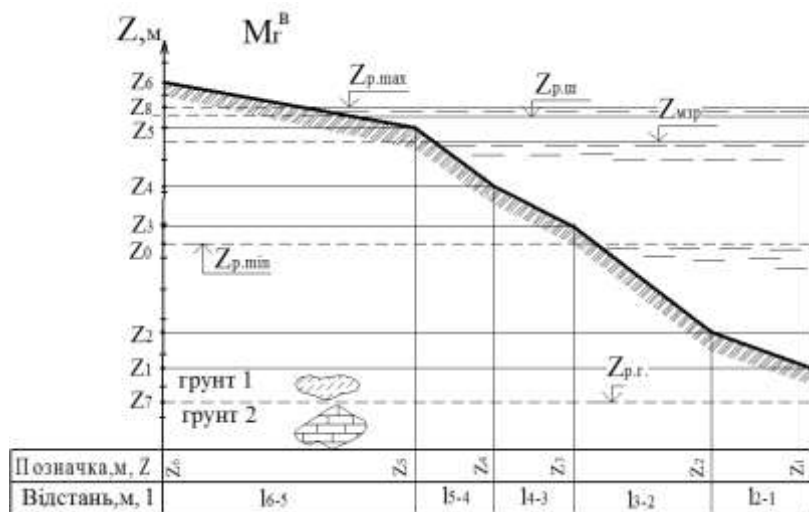


Рис.4.2 Приклад розміщення поперечного профілю по створу з боку берега річки, де розміщено водозабірні споруди та об'єкт водопостачання з лівого боку річки.

Розділ 4. Обґрунтування типу і технологічної схеми водозабірних споруд.

В даному розділі обґрунтовуються тип і технологічна схема водозабірних споруд, а також визначається головний спосіб підвищення їх надійності (наприклад, секціювання і дублювання окремих елементів і споруд). Обґрунтовується конструкція водоприймальної споруди та схема її розміщення по відношенню до русла річки. Слід також вказати на ступінь компонування насосної станції I-го підняття до берегового водоприймального колодязя.

Так наприклад, *тип водозабору*, що визначає місце прийому води може бути *береговим, русловим, або комбінованим (берего-русловий (змішаний), фільтруючий, ковшовий, горизонтальний)* і приймається за [1,табл.14] на підставі топографічних, (профіль берега) і гідрологічних умов (глибин біля берегу при розрахункових рівнях води в річці), продуктивності водозабору, а також природних умов забирання води і річки [1,табл.13].

Обравши тип водозабору слід описати його вхідні конструктивні елементи і споруди (водоприймальна споруда, береговий водоприймальний колодязь, водоводи, насосна станція, спосіб рибозахисту та боротьби з крупними плаваючими забрудненнями).

Для вибраного типу водозабору в залежності від його продуктивності, геологічних (порід, які залягають в основі берега) і гідрологічних умов (амплітуда коливань рівнів в річці ΔZ_p) приймається схема його компонування (з роздільним або суміщеним компонуванням берегового водоприймального колодязя і насосної станції I-го підняття). При виборі типу і схеми компонування водозабору керуються [1,п.п.9.2.6] а також [4,с.44,45,65; 12,с.4,6; 14,с.108-110].

Для вибраного типу водозабору і відомих природних умов забирання води відповідно до [1,табл.14] також встановлюють схему влаштування водозабору ("а","б","в"). Схема "а" передбачає влаштування водозабору в одному створі при секціюванні всіх вхідних його елементів.

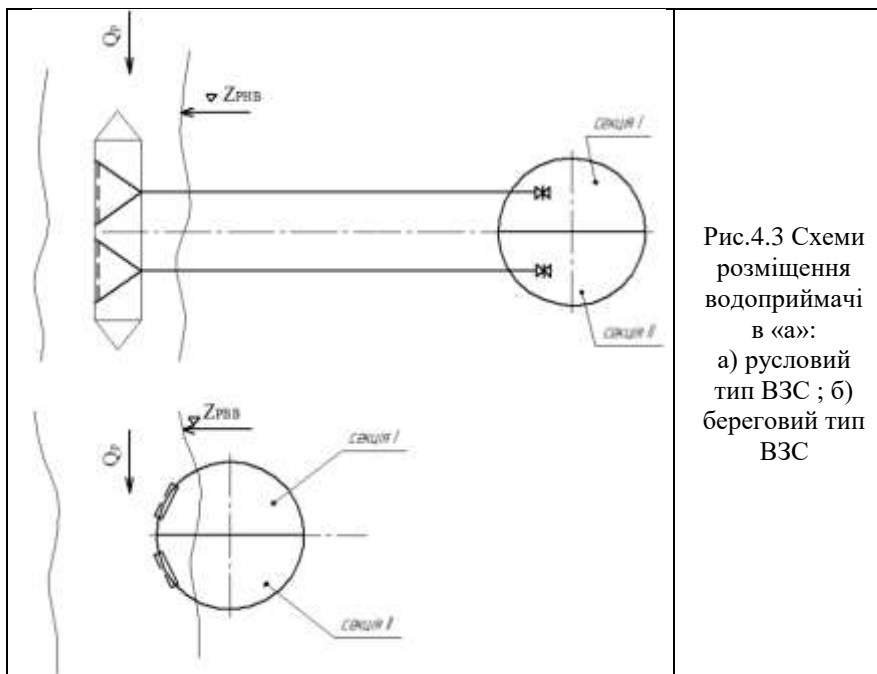


Рис.4.3 Схеми розміщення водоприймачів в «а»:
а) русловий тип ВЗС ; б) береговий тип ВЗС

Схема «б» крім секціонування передбачає влаштування в одному створі не менше двох незалежно працюючих водоприймачів (наприклад влаштування водозабору берего-руслового типу), або влаштування фільтруючих, комбінованих чи інфільтраційних водозаборів.

Водозбір, влаштований за схемою "в" повинен мати два створи, віддалені один від одного на відстань, що виключає можливість одночасної перерви у забиранні води (наприклад, на відстані, яка перевищує розмір піщаної гряди, що . приблизно складає 50...100м в напрямку течії річки). При цьому в середніх природних умовах водозбір за схемою "в" у кожному створі влаштовується секційним, а у важких природних умовах у кожному створі слід передбачати не менше двох незалежних водоприймачів (продуктивність кожного з них для водозабору I категорії надійності подачі повинна бути не менше 75% від $Q_{взс}$, а для водозабору II категорії - не менше 50% від $Q_{взс}$.

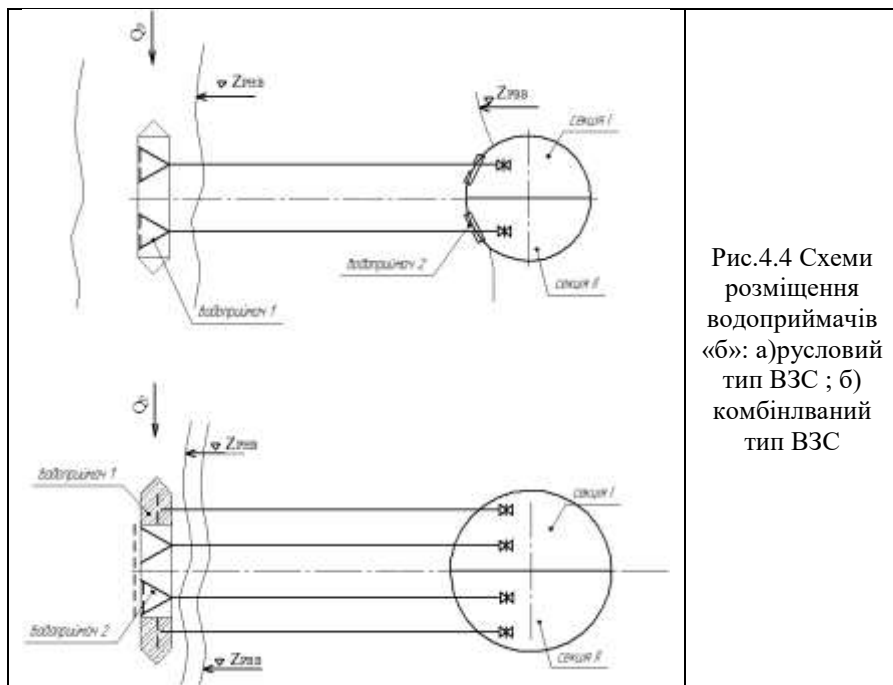


Рис.4.4 Схеми розміщення водоприймачів «б»: а) русловий тип ВЗС ; б) комбінований тип ВЗС

В ускладнених умовах забирання води влаштовуються водозабори удосконаленого типу. На річках рибогосподарського значення у важких умовах забирання води доцільно використовувати фільтруючі водоприймачі [1,п.9.2.7; 2, с.15,16,110,111,209...214; 4,с.73,79], або комбіновані водоприймачі (з можливістю незалежної роботи звичайних руслових і фільтруючих оголовків).

В тих самих природних умовах при складанні заплави річки з легко фільтруючих піщаних або гравійних порід можна застосувати інфільтраційні водозабори з водоприймачами поверхневого типу [5,с.155], або підземного типу (свердловини, колодязі, дрени) [5,с.170...179]. В цих випадках розрахунки і проектування проводять як для підземних водозаборів. При цьому, слід враховувати удорожчання водозабірних споруд за необхідності проведення додаткових земляних і упорядкувальних робіт по облаштуванню підвідних каналів, ковшів та інфільтраційних басейнів.

Можливі схеми інфільтраційного та фільтруючого водозаборів наведені на рис.4.6 і 4.7.

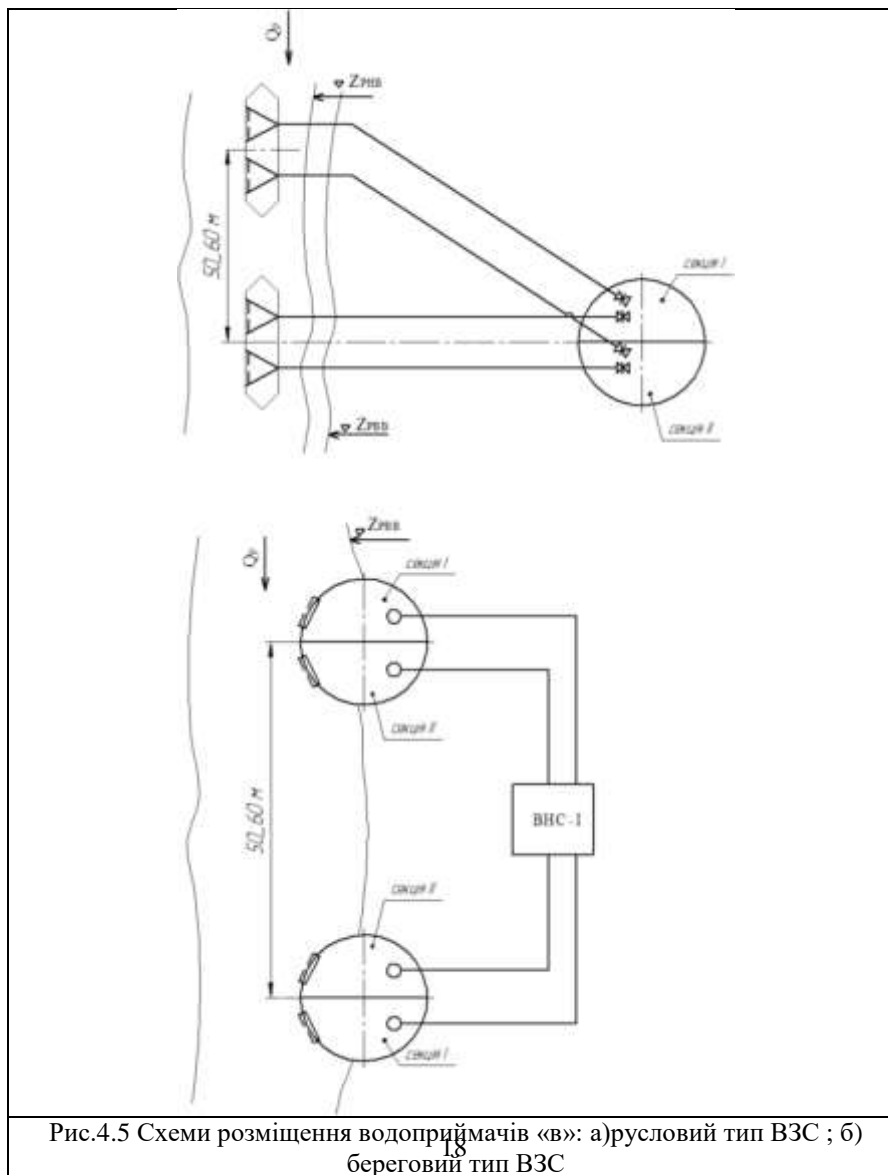


Рис.4.5 Схеми розміщення водоприймачів «в»: а) русловий тип ВЗС ; б) береговий тип ВЗС

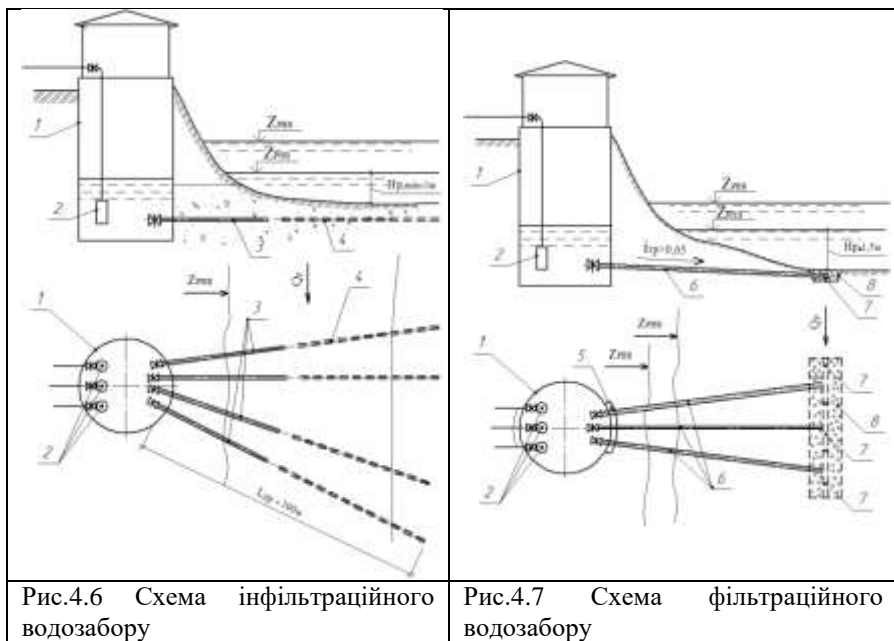
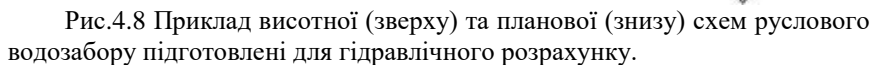


Рис.4.6 Схема інфільтраційного водозабору

Рис.4.7 Схема фільтраційного водозабору

При продуктивності водозаборів $Q_{B3C} > 0,5 \text{ м}^3 / \text{с}$ у складних шото-льодових умовах забирання води, та при недостатній глибині води річці в місці знаходження водозабору можуть бути рекомендовані ковшові водозабори [1, п.9.2.7; 3, с.169...198; 4, с.93...101; 5, с.28]. В легких природніх умовах забору води при в технологічній схемі руслового водозабору II категорії надійності подачі води $Q_{B3C} < 0,5 \text{ м}^3 / \text{с}$ (при відповідному обґрунтуванні) можна відмовитись від самопливних або сифонних водогонів і берегових колодязів. В деяких випадках в схему водозабору можуть бути включені русло-регулюючі споруди (шпори, прорізи; направляючі і т.п.).

Можливі «схеми водозабірних вузлів наведені в [4, с.44, рис.3] . Вибрані тип та схему водозабірних споруд виносять на профіль по створу. Та викреслюють планову і висотну схему (Рис.4.8) водозабірних споруд для подальшого гідравлічного розрахунку з вказівкою фактичних відстаней між спорудами та геодезичних позначок.



В даному підрозділі приймаються рішення щодо окремих елементів водозабору і виконується прив'язка їх на місцевості.

розміри та форму їхніх стержнів, відстань між стержнями, в разі необхідності тип та місце встановлення рибозахисних пристроїв.

20

ярусів водоприймальних створів в ньому, спосіб очистки сміттєзатримувальних решіток.

Для водозаборів **руслового і берего-руслового** типу визначають тип водоприймального оголовка [4, с.72...793], місце його встановлення в руслі річки, орієнтацію водоприймальних вікон в потоці (вертикальна, горизонтальна), тип водоводів (самопливні або сифонні), матеріал труб, спосіб промивки труб і сміттєзатримувальних решіток (зворотним потоком води, гідропневматична, імпульсна), місце розташування берегового колодязя.

При виборі місця розташування берегового колодязя намагаються скоротити довжину самопливних або сифонних водоводів та зменшити глибину колодязя. Це досягається, наприклад, спорудженням колодязя на березі, що затоплюється в паводок з влаштуванням підсипки з місцевого ґрунту (ґрунтової дамби).

Приклади оголовків нефільтруючого типу наведено у додатку 2

Для **фільтруючих і комбінованих** водозаборів встановлюють тип фільтруючих і звичайних водоприймачів, схему водопровідних комунікацій, спосіб промивки водоводів і водоприймачів. Приклади оголовків фільтруючого типу наведено у додатку 3.

Для **інфільтраційних водозаборів** визначають тип водоприймача і намічають в компоновочну схему споруд.

Для **ковшових водозаборів** визначають тип водоприймального ковша, спосіб випровадження з нього наносів, що відклались, тип водоприймача (як правило, береговий колодязь).

На поперечному профілі річки (Рис.4.8) намічають місце розташування елементів водозабору.

5.РЕКОМЕДАЦІЇ ЩОДО ГІДРАВЛІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ ОКРЕМИХ СПОРУД ВОДОЗАБОРУ З ПОВЕРХНЕВОГО ДЖЕРЕЛА

Метою гідравлічного розрахунку водозабірних споруд із забором води з поверхневого джерела є визначення:

- розмірів основних елементів ВЗС (водоприймальних вікон водоприймальної споруди, перепускних вікон між окремими відділеннями БВСК, діаметрів трубопроводів, габаритних розмірів затопленого водоприймача, водоприймального ковша тощо);

- втрат напору в основних елементах ВЗС для основних режимів експлуатації водозабірних споруд (нормального і форсованого);
- найвищого і найнижчого рівнів води в БВСК (для вище наведених основних режимів роботи ВЗС);
- найвищої (максимально припустимої) геодезичної позначки осі насосів І-го підняття, що забезпечує надійну роботу ВЗС.

В курсовій роботі гідравлічний розрахунок слід провести для двох основних режимів експлуатації водозабірних споруд:

А) для **нормальних розрахункових умов** їх експлуатації (одночасна робота всіх робочих секцій споруд);

Б) для **особливих (форсованих) умов** (одну робочу секцію ВЗС вимкнено для ремонту, або при аварії).

ПРИМІТКА: Розміри основних елементів ВЗС слід визначити тільки для нормального режиму експлуатації, а розрахунки втрат напору, геодезичні позначки найвищого рівні та найнижчого рівня води в БВСК, максимально припустиму позначку осі насосів І-го підняття в курсовій роботі дозволено перевірити тільки для особливого (форсованого) режиму, як найбільш несприятливого для ВЗС і водоспоживачів з метою встановлення ступеню надійності всіх елементів ВЗС,

В наслідок гідравлічного розрахунку встановлюють :

- розміри сміттєзатримувальних ґратових решіток;
- очисних сіток (при відсутності окремо передбачених рибозахисних пристроїв механічного типу);
- фільтруючих касет та фільтруючих водоприймачів іншого типу (дамби, траншеї, каналу);
- підвідного ковша (ковшового водозабору);
- саопливних (сифонних) трубопроводів;

Трубопроводів для подачі промивної води (для промивки водоприймальних та перепускних вікон, фільтруючого матеріалу та саопливних і сифонних трубопроводів водозабору).

5.1 Визначення продуктивності окремих елементів водозабірних споруд залежно від конструктивного рішення водоприймальної споруди

Кількість робочих секцій ВЗС приймають відповідно до рекомендації [1, п.9.2.8] не менше ніж дві ($m_{сек} = 2$): для

водозаборів середньої продуктивності ($q_{B3C} \rightarrow 1,5 \dots 2 \text{ м}^3 / \text{с}$) та крупних водозаборів ($q_{B3C} \gg 2 \text{ м}^3 / \text{с}$) рекомендується приймати кількість робочих секцій $m_{сек} = 3 \dots 4$.

Слід визначити фактичну продуктивність кожної із секцій (окремо для *нормального* та *форсованого режиму*) експлуатації ВЗС.

Продуктивність одної секції для нормальних умов визначається однаковою, з умови рівномірного розподілу навантаження на кожену секцію:

$$q_{сек}^н = \frac{q_{B3C}}{m_{сек}}, \quad (5.1)$$

Продуктивність одної секції для форсованих умов визначається залежить від категорії водозабірних споруд та умови рівномірного розподілу навантаження на кожену секцію, яка залишилась в роботі:

А) для ВЗС I категорії надійності:

$$q_{сек}^о = q_{B3C}, \quad (5.2)$$

Б) для водозаборів II та III категорії

$$q_{сек}^о = \frac{0,7 \cdot q_{B3C}}{m_{сек} - 1}, \quad (5.3)$$

ПРИМІТКА: При цьому слід враховувати схему встановлення водоприймачів в руслі річки (або іншого поверхневого джерела).

Так, вище наведені рекомендації стосуються схеми «а» (один водоприймач у одному створі ВЗС) (Рис.4.3) та схеми «б» (два водоприймача в одному створі) (Рис.4.4)..

Для схеми «в» (один водоприймач для кожного створу) (Рис.4.5).

Тобто витрата, яку повинен пропускати кожний водоприймач схеми «в» повинна задовольняти умові $q_{пр.в.} = q_{B3C}$. У формули відповідно 5.2-5.3 слід увести заміни: $q_{сек}^о = q_{пр.в.}$, (5.4) та

$$q_{сек}^о = \frac{0,7 \cdot q_{пр.в.}}{m_{сек} - 1}. \quad (5.5).$$

ПРИМІТКА: Вказані витрати повинні забезпечуватись при мінімальному рівні води в водному джерелі ($Z_{РНВ}$).

5.2 Визначення розміру прохідного отвору водоприймального вікна водоприймальної споруди, що передбачено перекривати ґратовою решіткою.

Умови застосування: для перекриття вхідних водоприймальних вікон затоплених водоприймачів руслових водозаборів та водоприймальних вікон берегових і берего-руслових водозаборів, які експлуатуються на річках не рибогосподарського значення з легкими і середніми умовами забору води в них.

Слід визначити мінімально припустиму площу водоприймального вікна, яке передбачено перекрити ґратовою решіткою $\omega_{бр.}^{реш.}, м^2$.

Розрахунки виконати за рекомендаціями [1п.9.2.13-9.2.15]

Рекомендації щодо вибору швидкості регламентовані у [1,п.9.2.14; 16,с.43]. При цьому враховується як місце встановлення решітки (оголовку затопленого водоприймача руслового водозабору або водоприймальний береговий сітковий колодязь), та рибогосподарське призначення водного джерела.

Стандартні ґратові решітки заводського виготовлення можна підібрати з [14,с.123,табл.6.2].

Для оптимального вибору габаритних розмірів ґратової решітки слід провести висотне конструювання водоприймального оголовку руслового водозабору, або висотне і планове.

Для берегового водозабору (або берего-руслового) де водоприймальні вікна розміщаються як у верхньому так і нижньому ярусі БВСК подібний розрахунок виконується із умови влаштування решітки у нижньому ярусі БВСК.

5.3 Визначення розміру прохідного отвору перепускного вікна водоприймальної споруди, що передбачено перекривати плоскою сіткою.

Умови застосування: Перепускні вікна улаштовуються в перегородках-стінках (між приймальним і всмоктувальним відділеннями), а також для аварійного перекидання води із одної секції (яка повинна зупинитися для ремонту) в другу – робочу

секцію. Такі перегородки з перепускними вікнами слід передбачати для всіх типів водозаборів, крім фільтруючих.

Слід визначити мінімально припустиму площу одного перепускного вікна, яке передбачено перекрити плоскою сіткою $\omega_{бр.}^{cii} \cdot \text{м}^2$.

Розрахунки виконати за рекомендаціями [1п.9.2.13-9.2.15;]

Рекомендації щодо вибору швидкості регламентовані у [1,п.9.2.14]. При цьому враховується рибогосподарське призначення водного джерела; розміри рибного малюка та розміри інших забрудників.

Стандартні плоскі сітки заводського виготовлення можна підібрати з [8,с.125,табл.6.3].

5.4 Визначення висотного габаритного розміру обертової сітки.

Умови застосування обертових сіток: для водозаборів середньої та великої і надвеликої продуктивності ($q_{взс} > 1\text{м}^3 / \text{с}$) для середніх, важких умов забору води ($M > 800\text{мг} / \text{дм}^3$).

Їх конструктивний вибір слід провести відповідно до [8, с.334...333].

У разі встановлення обертової сітки для перекриття перепускних вікон БВСК розміри прохідного отвору кожного вікна виконують аналогічно як для плоскої сітки, з врахуванням збільшеної вхідної швидкості руху води через обертову сітку $V_{вт.}^{cim.} = 0,5...1,2\text{м} / \text{с}$.

Обертові сітки, незалежно від способу підведення води до них, конструктивно розділяються на каркасні, що складаються з окремих вертикальних секцій (вони рухаються уздовж спеціально улаштованих напрямних каркасу), та без каркасні (окремі ланки вільно прикріплені на зірочках шестернях, які обертаються за допомогою електродвигуна).(Рис.5.8).

Умови застосування обертових сіток та способи підведення води до них наведено в табл.5.1.

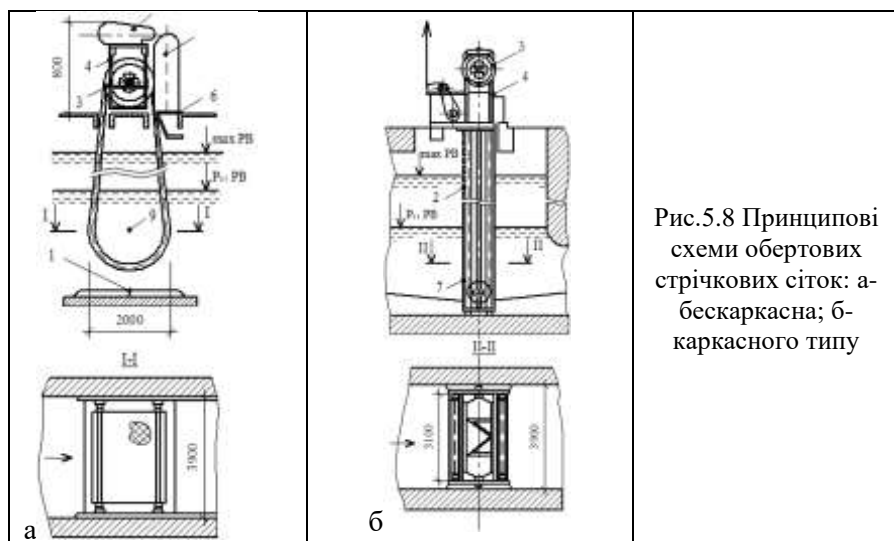
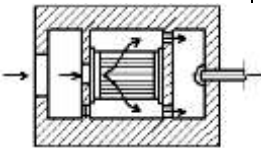
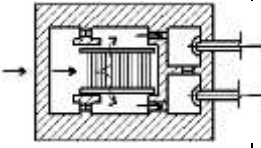


Рис.5.8 Принципові
схеми обертових
стрічкових сіток: а-
бескаркасна; б-
каркасного типу

Таблиця 5.1

Рекомендації до вибору типу і конструкції обертової сітки

№ з/п	Пропускна здатність сітки, $q_{сін.}$, $м^3/с$	Ширина полотна, $B_{сін.}$, м	Тип та конструкція сітки, спосіб підведення води	Схема встановлення
1	1,3...1,7	1,84...2,2 4	Каркасного типу із лобовим підведенням води	
2	1,5...2,5	2,0	Бескаркасного типу із лобовим підведенням води	
3	2,6...4,0	2,0	Каркасного типу із зовнішнім підведенням води	

4	1,5...8,0	1,5...3,0	Каркасного типу з внутрішнім підведенням води	
5	1,0...3,0	1,84...2,2 4	Каркасного типу з лобово-зовнішнім підведенням води	

5.4.1 Розрахунок висотних габаритів оберткової сітки

Для проведення подальшого конструювання БВСК з обертковими сітками в курсовій роботі слід провести розрахунок оберткових сіток.

При розрахунках оберткової сітки спочатку приймають тип і конструкцію сітки (каркасна, безкаркасна) та спосіб підведення до неї води з приймального відділення БВСК (лобовий, зовнішній, лобово-зовнішній, або внутрішній). Рекомендації щодо розрахунків наведено у [12]

Загальний висотний габарит встановлення сітки у підземній частині БВСК, $H_{\text{сін}}$, визначають із конструктивних міркувань.

$$H_{\text{сін}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + 2 \cdot R, \quad (5.8)$$

ПРИМІТКА: вхідні параметри формули (5.10) на рис.5.9.

5.5 Визначення пропускної спроможності трубопроводу для транспортування води від оголовка до БВСК та підбір труб для його улаштування.

Для транспортування води від затопленого водоприймача (оголовка) руслових та берего-руслових водозаборів (всіх типів водозаборів на їх основі) до приймального відділення БВСК застосовують два способи: самотічний рух води, або всмоктування за допомогою сифона. Вибір способу транспортування води обирають після аналізу багатьох факторів, в т.ч. природніх.

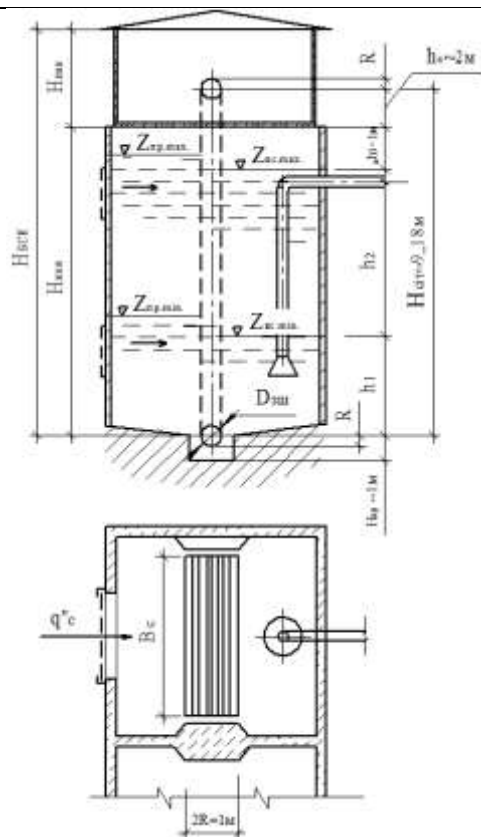


Рис.5.9 Розрахункова схема обертової сітки з лобовим підведенням води.

Всмоктувальний спосіб із застосуванням сифонних ліній застосовують у таких випадках:

- при категорії надійності подачі води водозабірними спорудами II, або III (для I-ї при обґрунтуванні);
- крутизна берега середня, або берег крутий в створі розміщення ВЗС;
- берег (верхня зона ґрунтів (вище за Z_7) складений твердими, насамперед, скельними тріщинуватими породами;
- амплітуда коливання рівнів води в джерелі (в межах створу ВЗС), $\Delta Z > 6\text{ м}$.

УВАГА! У всіх інших випадках слід проектувати самопливні водоводи.

5.5.1 Розрахунки самопливних водоводів

Виконуються для всіх типів руслових, берего-руслових і фільтруючих водозабірних споруд із затопленим типом оголовка.

Слід виконати наступні етапи проектування самопливних ліній водозабору:

1) Встановити необхідну кількість самопливних ліній (трубопроводів), $m_{c.v.}$;

2) Визначити фактичну пропускну здатність (розрахункову витрату води, $q_{c.v.}$) кожної лінії для двох режимів роботи самопливного водоводу (нормального і особливого (форсованого));

3) визначити економічно доцільний діаметр труб для улаштування кожної самопливної лінії, $D_{c.v.}$;

4) підібрати стандартні матеріал і діаметр труб самопливного водоводу ($D_{c.v.}^y$, $D_{c.v.}^{вн.}$, $D_{c.v.}^{зов.}$, $\delta_{ст.}$) за існуючим сортаментом;

5) перевірити обраний стандартний діаметр труб на промивні витрати.

Кількість самопливних ліній (трубопроводів) $m_{c.v.}$ слід прийняти рівною кількості секцій ВЗС, тобто $m_{c.v.} = n_{сек.}$.

5.6 Визначення пропускнуєї спроможності трубопроводу для транспортування води для примусового промивання оголовка, змиву решіток і сіток БВСК та підбір труб для його улаштування.

У зв'язку з періодичним осіданням завислих частинок і замулення самопливних водоводів, забруднення ґратових решіток та очисних сіток їхню пропускну здатність відновлюють шляхом промивання із форсованими швидкостями руху води через споруди. Існують кілька способів промивки. За досвідом експлуатації діючих водозаборів спосіб промивки рекомендується прийняти з табл. 5.2

Таблиця 5.2

Рекомендації щодо вибору способу промивання самопливних водоводів

Тип промивки	Умови застосування способу промивки	Сутність способу
А	У легких, середніх умовах забору води з джерела	Зворотній протік води із зливом наносів назад до русла річки. Ухил самопливного водоводу $i = 0$, або в бік русла ($i < 0$).
Б	У важких умовах забору води, а також у разі необхідності підвищити категорію ВЗС	Те саме, що у випадку А з додатковою гідроімпульсною промивкою споруд.
В	У важких умовах при середній і великій продуктивності всього водозабору ($q_{ВЗС} > 1 \text{ м}^3 / \text{с}$).	Те саме, що в п.А з додатковим гідропневматичним промиванням споруд.
Г	У легких умовах забору води, при середній і великій продуктивності всього водозабору ($q_{ВЗС} > 1 \text{ м}^3 / \text{с}$).	Промивка самопливних ліній прямим током води з форсованими швидкостями та зливом наносів у БВСК. Ухил самопливного водоводу $i = 0$, або в бік БВСК ($i > 0$).

Необхідний діаметр промивного трубопроводу визначають на пропуск по ньому промивної витрати q_{np} з швидкістю, що достатня для зливу наносів у самопливних (сифонних) лініях. Всі рекомендації по вибору q_{np} слід приймати за [2]

5.7 Визначення втрат напору в спорудах та елементах водозабору (на шляху руху води від затопленого оголовка до БВСК)

В курсовій роботі втрати напору слід визначити у всіх елементах та спорудах водозабору, а саме:

- А) у всіх елементах затопленого водоприймача (оголовка);
- Б) в самопливних або сифонних лініях (трубопроводах);

- В) у водоочисних сітках на перепускних вікнах із сітками;
 Г) у оберткових сітках (в разі, коли вони передбачені проектом);

5.7.1 Визначення втрат напору по шляху руху води «оголовка-БВСК»

Розрахунки проводять для однієї самопливної лінії та однієї секції оголовка.

В загальному вигляді для оголовків з бічним входом води сумарні втрати напору визначаються за формулою:

$$\sum h_{ог-БВСК} = \sum h_{ог.} + \sum h_{св.}, \quad (5.25)$$

де $\sum h_{ог.}$ - сумарні втрати напору в елементах затопленого водоприймача (оголовка),м;

$\sum h_{св.}$ - сумарні втрати напору в самопливному (сифонному) водоводі,м;

$$\sum h_{ог.} = h_{з.р.} + h_{кон.} + h_{вх.тр.}, \quad (5.26)$$

де $h_{з.р.}$ - втрати напору в ґратовій решітці, в курсовій роботі прийняти не змінними для будь-якої решітки $h_{з.р.} = 0,1\text{м}$.

де $h_{кон.}$ - втрати напору в водоприймальній воронці оголовка,м;

$h_{вх.тр.}$ - втрати напору при вході в трубу самопливного (або сифонного) водоводу,м;

Детальні рекомендації щодо визначення $h_{кон.}$ та $h_{вх.тр.}$ наведено в методичних вказівках для практичних занять.

Втрати напору у самопливному водоводі визначають за правилами гідравліки (як для «коротких» трубопроводів:

$$\sum h_{св.} = h_l^{св.} + \sum h_m^{св.}, \quad (5.27)$$

де $h_l^{св.}$ - втрати напору «по довжині» в трубопроводі,м, приймаються для прийнятого матеріалу труб, відомій довжині самопливної лінії $L_{св.}$, та витраті, що рухається вздовж самопливного водоводу ($q_{св.}^H$, або $q_{св.}^O$) при нормальному, або форсованому режимі роботи ВЗС.

$\sum h_m^{ce}$ - сума місцевих втрат напору в самопливному водоводі, яка визначається для обох режимів роботи водозабору (нормального і особливого).

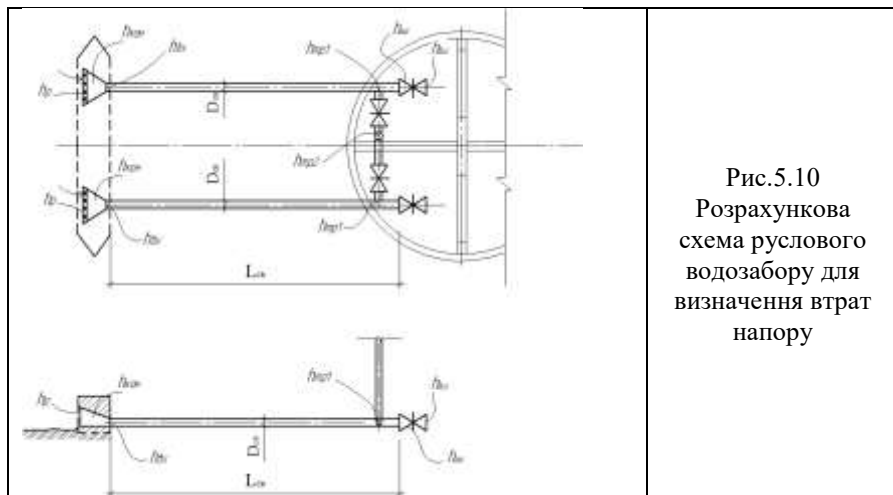


Рис.5.10
Розрахункова
схема руслового
водозабору для
визначення втрат
напору

Детально порядок визначення втрат напору h_l^{ce} та $\sum h_m^{ce}$ наведено у методичних вказівках для практичних занять з дисципліни «Водопостачання (водозабірні споруди)».

5.7.2 Проектні геодезичні позначки в береговому водоприймальному колодязі

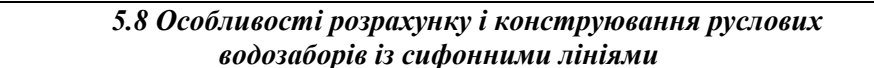
Після визначення втрат напору на шляху руху води від джерела водопостачання до берегового водоприймального колодязя слід визначити проектні геодезичні позначки в воді в БВСК.

Позначки рівнів води в береговому колодязі визначають при різних рівнях води в річці (РВВ, РНВ в залежності від втрат напору на шляху руху води від входу її у водоприймач до всмоктувального відділення колодязя (при наявності сітки в колодязі).

При цьому для водозаборів з самопливними або сифонними водоводами позначки визначаються для наступних режимів роботи:

1) Одночасна робота всіх робочих секцій водозабору при умові РНВ в джерелі з подачею через кожен секцію витрати $q_{сек}^H$. (нормальний режим експлуатації);

3) При виключенні з роботи однієї секції та РВВ в вододжерелі з метою подачі по залишеній в роботі секції (секціям) витрати $q_{сек}^o$ або з швидкістю $V_{св.}^{\max}$ (особливий режим при РВВ),



Принцип роботи сифонного водозабору наведений у [12].
В курсовій роботі розрахункам підлягають:

- визначення максимально можливої геодезичної точки сифона ($Z_{н.т.}^{сиф.}$);
- визначення максимальної всмоктувальної можливості сифону ($H_{вас.}$);
- допустиме значення вакууму в місці розміщення сифонної лінії ($H_{вас.доп.}$);
- перевірка вакууметричної спроможності сифону в умовах запроектованого водозабору.

Детально розрахунок сифону розглядається на практичному занятті, а методика його проведення наведена в спеціальних методичних вказівках до практичних занять з дисципліни «Водопостачання (водозабірні споруди)».

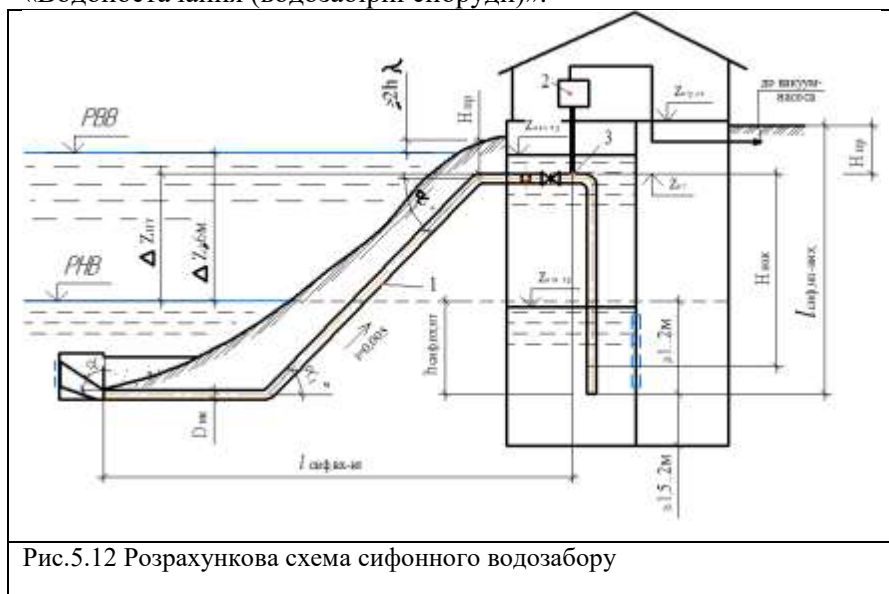


Рис.5.12 Розрахункова схема сифонного водозабору

5.9 Особливості визначення *x* позначок рівнів води берегового водозабору.

Втрати напору на шляху руху води із вододжерела до берегового колодязя берегового водозабору (незалежно від режиму роботи водозабору):

$$h_{\text{дж-БК}} = h_{\text{г.р.}}, \quad (5.34)$$

де $h_{\text{г.р.}}$ - втрати напору в ґратовій решітці, м ($h_{\text{г.р.}} = 0,1 \text{ м}$).

Геодезичні позначки рівнів води для всіх вище перерахованих режимів роботи можна визначити так:

А) для приймального відділення:

$$Z_1 = Z_2 = Z_{\text{PHB}} - h_{\text{г.р.}}, \quad (5.35)$$

$$Z_3 = Z_4 = Z_{\text{PBB}} - h_{\text{г.р.}}, \quad (5.36)$$

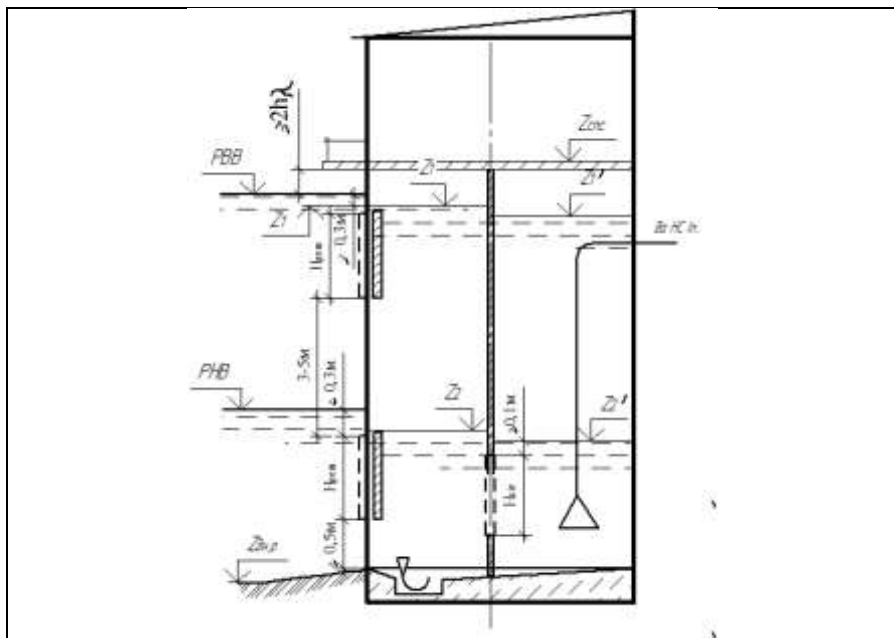


Рис.5.13 Розрахункова схема до визначення геодезичних позначок рівнів води у береговому водоприймальному колодязі берегового водозабору.

Б) для всмоктувального відділення (при наявності спеціальної перегородки із перепускними вікнами):

$$Z'_1 = Z'_2 = Z_1 - h_{cim.}, \quad (5.37)$$

$$Z'_3 = Z_3 - h_{cim.}, \quad (5.38)$$

5.10 Розрахунки водозаборів із фільтруючими водоприймальними пристроями

В курсовій роботі слід розробити проект на один із таких фільтруючих водозаборів:

А) русловий із зрубним оголовком, заповненим фільтруючим навантаженням;

Б) русловий із захищеним бетонним оголовком з бічним (або вертикальним) прийомом води та водоприймальними вікнами перекритими фільтруючими касетами (або пластинами);

В) русловий із фільтруючою дамбою;

Г) русловий із фільтруючою траншеєю.

Д) береговий (або берего-русловий) з водоприймальними вікнами перекритими фільтруючими касетами.

Е) комбінований (на основі руслового): та оголовком, в якого є вікна, перекриті ґратовими решітками та є додаткові секції з фільтруючим завантаженням.

Умови застосування запропонованих типів водозаборів:

А) для важких умов забору води (в т.ч. для шугоносних річок, а також великої кількості дрібного сміття, листя), але при відсутності донної криги та при необхідності забезпечення рибозахисту, з продуктивністю водозабору $q_{ВЗС} \leq 0,8 м^3 / с$;

Б) при легких та середніх умовах забору води, також великої кількості дрібного сміття, листя, та при необхідності забезпечення рибо захисту, при відсутності придонної криги, при середній каламутності $\rho \leq 500 мг / дм^3$, з продуктивністю водозабору $q_{ВЗС} \leq 0,5 м^3 / с$;

В) у важких і надто важких умовах забору води, при значній каламутності $\rho > 500 мг / дм^3$, в шугоносних річках, при міцному кригоставі $h_{кр} \geq 0,8 м$, при середній та великій продуктивності водозабору $q_{ВЗС} \geq 1,0 \dots 2 м^3 / с$, наявності донної криги.

Г) те саме що В), але при наявності донної криги та незначній глибині води в місці створу $H_{p.min} < 1 \dots 2 м$;

Д) те саме що Б), але при крутому березі річки;

Е) при значному коливанні каламутності протягом року (для умов водозабору типу А), та конструктивного забезпечення схеми встановлення водоприймачів «Б» і русловому водозаборі.

Розрахунки фільтруючого водозабору можуть бути зведені до:

А) вибору типу і технологічної схеми водозабору фільтруючого типу (конструкція водоприймальної споруди);

Б) розрахунки габаритних конструктивних розмірів водоприймальної фільтруючої споруди;

В) гідравлічний розрахунок водоприймальної споруди фільтруючого типу;

5.11 Розрахунки ковшового водозабору

Ковшовий водозабір являю собою поєднання в одному комплексі споруд берегового водозабору (роздільного або суміщеного компонування) з насосною станцією I підняття) та додаткової споруди – підвідного каналу-ковша.

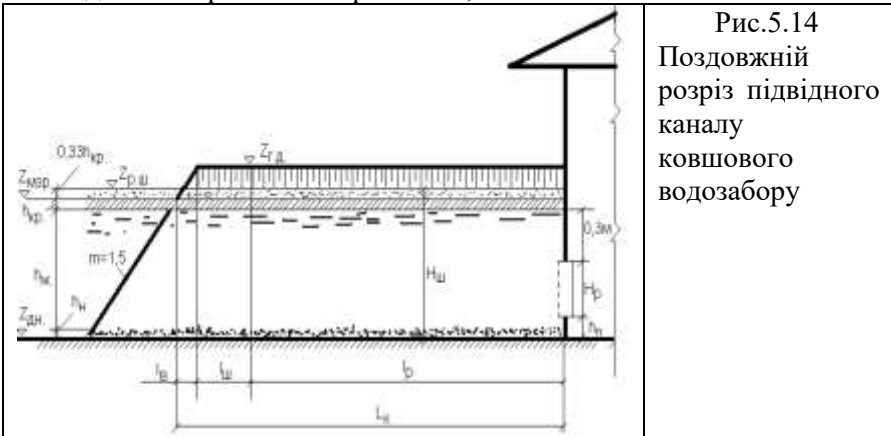
Для вибраного типу ковшу приймають кут відводу води, визначають геодезичну позначку дна ковша ($Z_{\text{дн.к.}}$), швидкість руху води в ньому, довжину та ширину по дну і встановлюють режим відбирання води в ковші, початкову ширину транзитного струменю. Крім того, визначають добовий обсяг відкладень завислих насосів в ковші, а також висоту шару відкладань за розрахунковий період.

При цьому слід керуватись [2,с.139...142,149,150;3,с.175...177,186,187;4,с.95,98...101].

Приклад розрахунку ковша наведено в [12,с.101;].

В процесі розрахунків визначаються:

- кількість спільних всмоктувальних і нагнітальних водоводів та їхні діаметри;
- кількість робочих та резервних насосних агрегатів;
- подача і потрібний напір насосів;



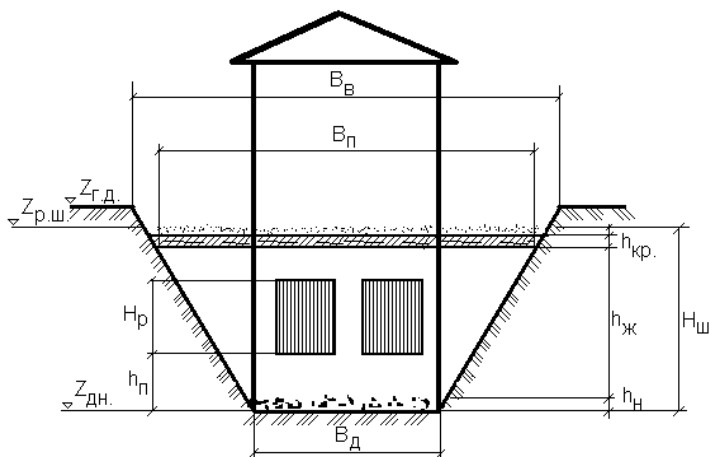


Рис.5.15 Поперечний розріз підвідного каналу ковшового водозабору.

5.12 Розрахунки та проектування насосної станції I-го підняття

- підбирається марка насосів та комплектних двигунів до них;
- визначається позначка геодезична позначка осів насосів, при умові запобігання кавітаційних процесів.

Встановлюється схема компоновки розміщення насосів у машинному залі та загальні габаритні планові розміри машинного залу.

Кількість **всмоктувальних і нагнітальних водоводів** приймають не менше ніж дві (частіше по кількості робочих секцій берегового водоприймального колодязя (БВСК) водозабору згідно до рекомендацій [1, п.11.4-11.5].

Кількість спільних нагнітальних ліній приймають не менше ніж дві, але з метою підвищення надійності водозабору можуть приймати кількість ліній по кількості основних насосів.

На насосних станціях I підняття можуть застосовуватись *горизонтальні та вертикальні відцентрові насоси*.

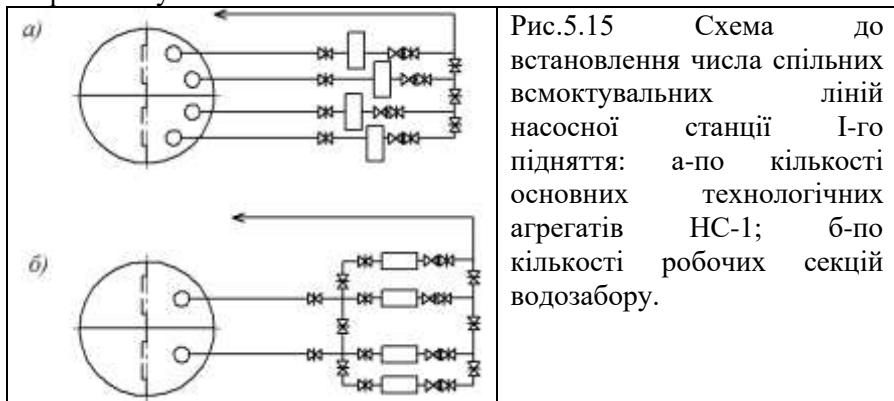
Кількість робочих насосів приймають, як правило, рівним кількості секцій водозабору, тобто $m_{нас.} = n_{сек.}$, але їх число не повинно бути меншим ніж два агрегати $m_{нас.} \geq 2шт.$.

Кількість резервних насосів приймають в залежності від кількості робочих агрегатів та категорії надійності водозабірних споруд [1, п.п.11.2.].

При проектуванні і розрахунку насосної станції I-го підняття важливим є її конструктивні особливості та об'ємне планування, ступінь суміщення її будівлі із БВСК.

Планувальне рішення щодо ступеню суміщення будівлі НС-1 і БВСК слід прийняти вже на стадії аналізу поперечного профілю за створом водозабірних споруд.

При цьому до уваги беруть-стійкість ґрунтів, які складають берег та ступінь їхнього зволоження.



Якщо ґрунти, що складають берег річки в місці розміщення створу тверді (щільна глина, сланець), або скельні тріщинуваті породи (скеля, граніт), або не зволожені ґрунти то можна запроектувати суміщену насосну станцію II підняття із береговим водоприймальним колодязем. Суміщене компонування цих споруд можна приймати також у разі додаткового улаштування між цими спорудами бетонної основи-дамби (при обґрунтуванні).

У всіх інших випадках доцільно передбачати роздільне компонування будівлі насосної станції та БВСК.

У разі вибору роздільного компонування насосної станції і БВСК слід встановити відстань між ними, яка суттєво вплине на геометричну довжину спільних всмоктувальних водоводів насосної станції.

Для встановлення мінімально можливої відстані між будівлею насосної станції та БВСК) будують так звану «призму руйнації»

гранту навколо БВСК при його споруджені методом «опускного колодязя».

УВАГА!!! Будівля насосної станції повинна бути винесена за межі цієї «призми руйнації». В іншому випадку вже на стадії будівництва БВСК, будівля насосної станції може перекинутись.

ПРИМІТКА: В будь-якому разі відстань між будівлею насосної станції та БВСК не повинна перевищувати 30 м.

В іншому випадку довжина спільних водоводів буде значною, що вплине на появу кавітаційних процесів при заборі води із всмоктувального відділення БВСК враховуючи невелику максимально допустиму вакууметричну висоту усмоктування відцентрових насосів, якими частіше всього обладнують насосні станції I підняття.

Після визначення фактичної геодезичної позначки осі основних насосів встановлюють ступінь її заглиблення в ґрунт (незаглиблена, напівзаглиблена, заглиблена, шахтного типу). Для цього встановлюють висотну габаритну відстань від поверхні землі до «чистої підлоги» машинного залу насосної станції $\Delta H_{\text{заг.}}$. Детальні розрахунки і конструювання насосної станції I-го підняття наведено в методичних вказівках до практичних занять з дисципліни «Водопостачання(водозабірні споруди)».

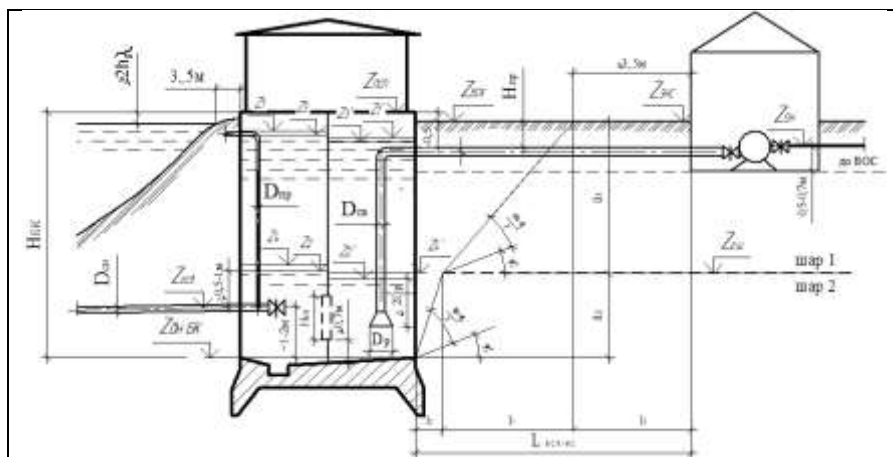


Рис.5.16 Висотна схема річкового водозабору роздільного компонування для встановлення мінімальної відстані між БВСК та будівлею насосної станції I підняття, а також максимально-припустимої геодезичної позначки осі основних насосів.

6. ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУЮВАННЯ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ І СПОРУД ПОВЕРХНЕВОГО ВОДОЗАБОРУ

Конструювання і компонування елементів водозабірних споруд проводиться після гідравлічних розрахунків і вибору способу спорудження з додержанням вимог експлуатації і охорони праці.

6.1 Планове і висотне конструювання водоприймальної споруди та берегового водоприймального колодязя.

Конструкцію водоприймального оголовку приймають в залежності від типу і продуктивності водозабору природних умов забирання води, кількості секцій. Можливі конструкції оголовків для руслових водозаборів, що забирають воду в легких і середніх природних умовах, наведені в [3, с.98,100,102,103,105,116; 4, с.72..74,76,77] або додатку 3. Для фільтруючих водозаборів в [3, с.112.,252; 4, с.73,78, 79; 8, с.111] або додатку 4, для комбінованих водозаборів в [3, с.215...217; 12].

Розміри оголовків в плані і по висоті можуть бути прийняті за типовими розробками з можливістю розміщення в них водоприймальних отворів, колекторів і фільтруючих поверхонь, розмір» яких визначені гідравлічними розрахунками.

При цьому враховуються льодові умови та глибини у річці в місці встановлення оголовку. Приклади типових оголовків та їхні розміри наведено в додатках 3..4.

Береговий водоприймальний колодязь слід конструювати залежно від способу спорудження (опускним методом, а бо бетонування в опалубку), його висотних розмірів і ступеню суміщення із насосною станцією І – підняття.

Береговий колодязь роздільний або суміщений з насосною станцією І підняття може в плані мати *круглу, еліптичну або прямокутну* форму.

Прямокутна форма приймається переважно при влаштуванні водоприймального колодязя **берегового водозабору** на скельній основі.

Для берегових колодязів руслових водозаборів, що цілком знаходяться в земляній обсіпці, найбільш доцільна ***кругла*** форма в плані.

Еліптична форма приймається для водоприймальних колодязів водозаборів берегового типу при значних розмірах водоприймальних отворів. Форма і конструктивні особливості колодязя залежать також від способу його спорудження.

У інших випадках (при спорудженні опускним методом) рекомендується **кругла форма**.

Колодязь в плані ділиться поздовжньою перегородкою (перегородками) на кілька частини (за кількістю прийнятих секцій), а в деяких випадках ще й і поперечною перегородкою на два відділення - приймальне та всмоктувальне.

ПРИМІТКА: Поділ на відділення не передбачають, у разі якщо непередбачені знімні (або обертові) сітки (наприклад для водозаборів фільтруючого типу).

Планове компонування колодязя при встановленні в ньому обертових сіток залежить від типу цих сіток [4,с.58;8,с.95,96; 8,с...334].

Планові розміри відділень колодязя повинні забезпечити вільне розміщення обладнання (решіток, шиберів, сіток, драбин, трубопроводів, ежекторів, засувки і т.п.), можливість проведення операцій з огляду та ремонту обладнання. Розміри колодязів рекомендується приймати кратним 0,5м.

Розміри надземної частини (службового павільйону) в плані для водозаборів з роздільним і суміщеним компонуванням визначають з врахуванням розмірів підземної частини та допоміжних приміщень: для обслуговуючого персоналу, щитової, трансформаторної, розподільних пристроїв, майстерні, санвузлу. Ці розміри повинні бути пов'язані з розмірами стандартної плити перекриття (6х1; 5х0,3м).

Висотні габарити колодязя крім вертикальних розмірів, повинні забезпечити об'єм води в кожній секції всмоктувального відділення при РНВ в річці, що дорівнює 30...35 кратній секундній продуктивності одного насосу.

Кількість ярусів водоприймальних отворів в берегових водоприймально-сіткових колодязях приймають 2...3. Висота надземної частини визначається з врахуванням розміщення і типу вантажно-під'йомного обладнання (в подальшому ВПО), висоти підняття обладнання.

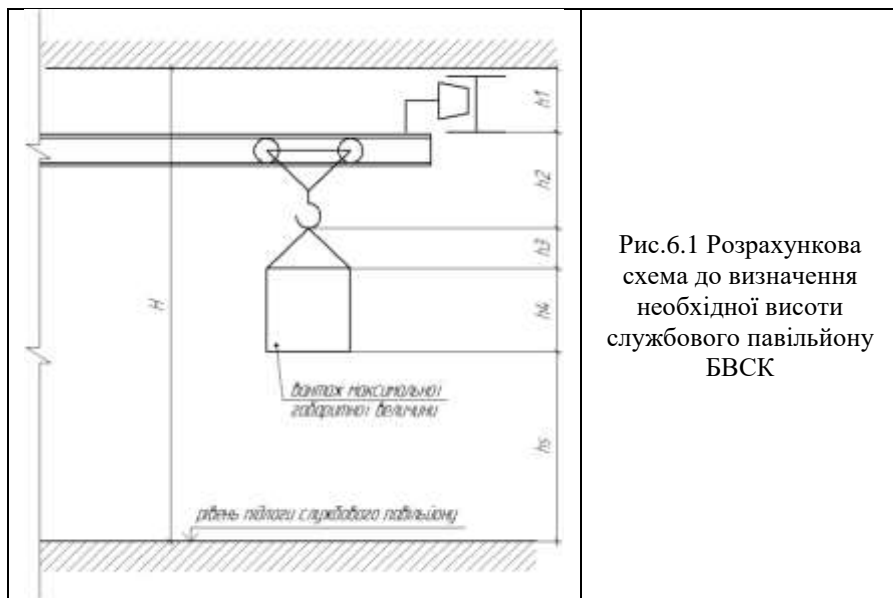


Рис.6.1 Розрахункова
схема до визначення
необхідної висоти
службового павільйону
БВСК

$$H_{\min}^{СП} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5, \quad (6.1)$$

Для умов заданого водозабору рекомендовано прийняти :

$h_1 = 0,18 \dots 0,45 \text{ м}$ - висота монорельсу кран-балки;

$h_2 = 0,59 \dots 1,245 \text{ м}$ - сумарна висота крана та висота підвіски, м;

$h_3 = 0,1 \dots 1,0 \text{ м}$ - висота строповки, м;

h_4 - габаритна висота найбільшого конструктивного елемента у транспортному положенні, м;

0,5- безпечна відстань від підлоги до низу вантажу, м.

ПРИМІТКА: детальні рекомендації щодо конструювання БВСК наведені в методичних вказівках з практичних занять дисципліни «Водопостачання(водозабірні споруди)».

Товщина стін і перегородок споруди в підземній і надземній частинах приймається з врахуванням забезпечення необхідної міцності споруди. Товщину стінок колодязя $\delta_{ст.}$ можна приблизно визначити за емпіричною формулою:

$$\delta_{ст.} = a \cdot D_{кол.}^{6H.} + b, \quad (6.2)$$

$$D_{\text{кол}}^{\text{вн.}}$$
 - внутрішній діаметр БВСК, м.

Для **самопливних** і **сифонних** водоводів встановлюють спосіб і глибину прокладання труб, уклони, кріплення, спосіб з'єднання з водоприймачем. При цьому керуються [1, п.9.2.22;3,с.117; 4,с.81,82]. Довжина водоводів визначається вибраним місцем розташування оголовку і берегового колодезя.

44

Під час роботи сифону, повітря, що виділяється з води, збирається у повітрязбірник, з якого по з'єднувальній трубці надходить до вставки Вентурі, а після виноситься разом з водою і на виході з труби видаляється в атмосферу. Якщо на низхідній лінії сифону не встановлюється вставка Вентурі, то провадження повітря з повітрязбірника проводять вакуум-насосом, що вмикається періодично.

Матеріал труб **самопливних водоводів** може прийматися в залежності від способу проведення робіт по їхньому прокладанню. На самопливних і сифонних водоводах встановлюються засувки, а також передбачається підключення трубопроводу що подає промивну воду. Відстань в плані - між двома паралельно прокладеними водоводами приймається відповідно до [1]

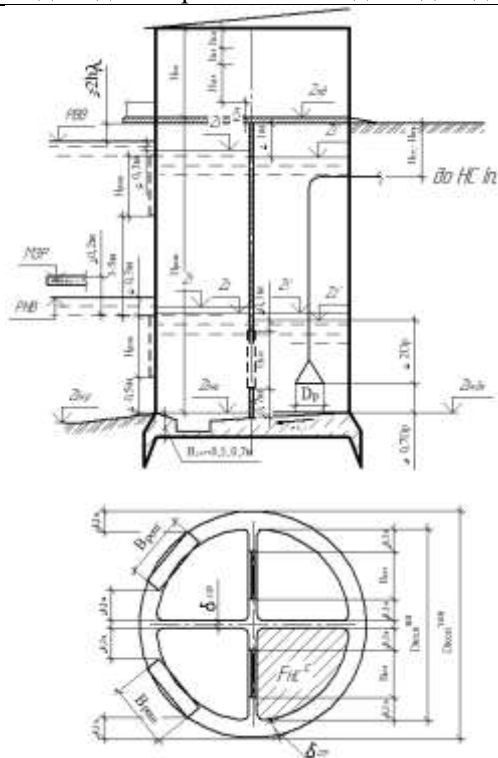


Рис.6.2 Висотне в планове конструювання водоприймального берегового колодязя (круглої форми в плані)

6.3 Основні рекомендації щодо конструювання насосної станції I-го підняття

Основні розміри насосної станції I-го підняття визначають з врахуванням вимог [1, п.п.11].

Компоновочні проектні рішення насосних станцій, роздільник і суміщених з береговим колодязем водозаборів, наведені в [3, с. 132...149, 1, п.11.1-1.14].

7. ОСНОВНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДБОРУ ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ ВОДОЗАБІРНИХ СПОРУД І НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ І ПІДНЯТТЯ.

В даному розділі курсової роботи необхідно підібрати наступне обладнання:

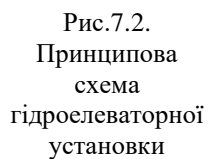
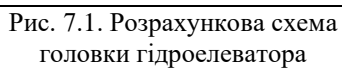
А) основне технологічне (насосні агрегати для перекачування води, вакуум-насоси, дренажні насоси, засувки (поворотні дискові затвори), перекидні трубопроводи, вакуум-колони, гідроелеватори, промивні пристрої);

Б) допоміжне обладнання (вантажо-під'йомне, люки, шибери, водовимірювальну апаратуру).

В курсовій роботі необхідно обґрунтувати встановлення допоміжного насосного обладнання (гідроелеваторів, вакуум-насосів, дренажних насосів) контрольно-вимірювальних приладів (манометрів, вакуумметрів, витратомірів, рівнемірів), запірно-регулювальної і запобіжної арматури (затворів, засувок, зворотних клапанів, поворотних дискових затворів), колонок дистанційного керування арматурою, підйомно-транспортного обладнання (кішок з ручним приводом на нерухомих балках, кран-балок підвісних, кранів мостових ручних). При цьому керуються довідковими даними [8].

7.1 Розрахунок та підбір гідроелеватора (ежектора).

Для вилучення накопиченого осаду у приймальних відділеннях БВСК передбачені гідроелеватори (або грязьові-піскоструйні насоси) Підбір гідроелеватора (ежектора) здійснюється за його продуктивністю $q_{ел.}$ з врахуванням напору на вході в сопло головки елеватора, Н.



Всі розрахункові параметри наведено на рис.7.1-7.2.

Замість гідроелеваторів для випровадження осадку з приямків в секціях водоприймального відділення БВСК (при відсутності перепускних отворів в поперечній перегородні та спільного уклону до збірного приямку у днищі колодязя) всмоктувального відділення берегового сіткового колодязя в насосній станції I підняття можуть встановлюватись грязьові (піскові) насоси.

7.2 Розрахунок дренажних насосів для насосної станції I-го підняття

Продуктивність дренажних насосів, що встановлюються в насосній станції I підняття при її з слід прийняти не нижче ніж $q_{др.} = 10...30 \text{ л/с.}$, а напір - в залежності від ступеню заглиблення підлоги машинного залу насосної станції - $H_n^{др.} = 10...20 \text{ м.}$ При цьому, слід передбачити встановлення резервного дренажного насосу.

Час відкачування дренажної води з машинної зали не більше $t_{відк.} = 10...15 \text{ хв.}$. Обсяг води для відкачування

Тоді продуктивність одного дренажного насосу, $\text{м}^3/\text{с}$:

$$q_{др.} = \frac{W_{др.}}{60 \cdot t_{відк.}}, \quad (7.14)$$

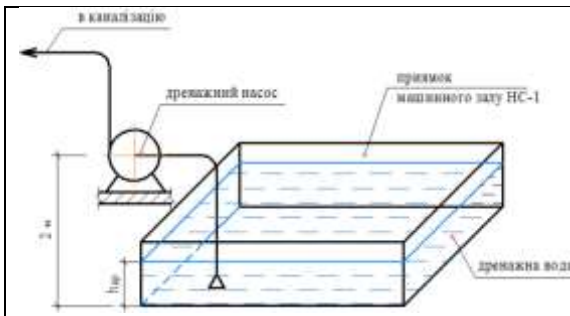


Рис.7.3 Розрахункова схема до встановлення параметрів дренажних насосів насосної станції I підняття.

7.3 Розрахунок вакуум-насосів для забезпечення роботи обладнання водозабірних споруд

Вакуум-насоси виконують наступні функції в складі водозабірних споруд:

-«зарядка» сифонних трубопроводів;
 -«зарядка» вакуум-колони при забезпеченні гідроімпульсної промивки;

- заливка основних технологічних насосів насосної станції I-го підняття (у разі коли ці насоси працюють не «під заливом»).

Продуктивність вакуум-насосу визначається за формулою (7.15)

$$q_{в.л.} = \frac{W_{мп.} \cdot H_a}{60 \cdot t \cdot (H_a - H_{вак.дон.})} \cdot K, \quad (7.15)$$

де - $W_{мп.}$ - об'єм повітря в трубопроводі, який підлягає «зарядці», а також наприклад у повітрозбірнику (або в вакуум-колоні при імпульсній промивці самопливного трубопроводу) рахуючи від РНВ до «найвищої точки» сифону (або вакуум-колони, або осі основних насосів насосної станції), який необхідно відкачати вакуум-насосом, м³;

H_a - висота стовпу води, що відповідає атмосферному тиску (табл. І додатку 6), м.в.ст.;

- час зарядження сифону, 10...15 хв.;
- допустима висота всмоктування сифону (підняття води в колоні-стояку), м;

t - тривалість «зарядки» трубопроводу, прийняти $t = 10...15$ хв.;

$H_{вак.дон.}$ - допустима вакууметрична висота всмоктування сифону (або підняття води в вакуум-колоні, або заливки насосів), м;

K – коефіцієнт запасу продуктивності вакуум-насоса, прийняти $K=1,05...1,1$.

Об'єм повітря, що має розміститися в повітрозбірнику (повітряного ковпака), що встановлюється на сифонних водоводах визначається в залежності від кількості повітря, що виділяється з води у сифонах [12,с.89]

$$q_{нов.} = 0,01 \cdot q_{сиф.}^o \cdot K_{нов.}, \quad (7.16)$$

де $q_{сиф.}^o$ - розрахункова витрата води в сифоні (для особливого режиму його роботи), л/с;

$K_{нов.}$ - коефіцієнт, який враховує виділення повітря в 100л води і

У курсовій роботі приймається залежності від величини вакууму у водоводі (колоні) відповідно до додатку 5.1

7.4 Розрахунки пристроїв для промивання ґратових решіток, плоских і обертових сіток.

7.4.1 Трубопроводи для подачі води на промивку решіток, сіток плоских

Визначення витрати, для подачі води на промивні пристрої БВСК:

А) для промивки сіток $q_{np.c} \leq 0,05 \cdot q_{cim.}$

Рекомендується прийняти витрату, отриману з досвіду експлуатації діючих водозаборів, тобто $q_{np.c} = 0,02 \cdot q_{cim.}$

Де $q_{cim} = q_{cim}^u$ - витрата, яка проходить через сітку (для нормального режиму роботи водозабору).

Тоді, необхідний розрахунковий діаметр трубопроводу для подачі води з метою промивки сітки:

$$d_{np}^{cim.} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{q_{np.c}}{V_{np}^c}}, \quad (7.17)$$

де V_{np}^c - швидкість води в трубопроводі для дачі води на промивку сітки, м/с. $V_{np}^c \leq 1,5 \dots 2 \text{ м/с}$

Для облаштування трубопроводу для промивки решіток і сіток слід обрати водогазопровідні сталеві труби.

7.4.2 Промивний трубопровід для змиву плоских сіток і решіток з брандспойту

Такий вертикальний стояк промивного трубопроводу приймають з $d_y = 50 \text{ мм}$ із сталевих водогазопровідних труб. Напір на промивку передбачений $H_{пром.} \leq 10 \text{ м}$.

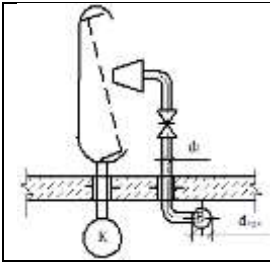


Рис.7.4 Схема промивного пристрою для змиву сіток плоских та грантових решіток із брандспойта

7.4.3 Промивна трубопровідна флейта для змиву грантових решіток (без демонтажу решітки)

Такий трубопровід (з перфорацією, або соплами) приєднують до загального промивного трубопроводу з метою періодичного промивання водоприймальних вікон берегових і берего-руслowych водозаборів.

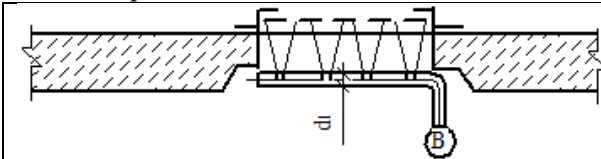


Рис.7.5 Схема промивної флейти

Величину промивної витрати, яка подається на флейту:

$$q_{пр.}^{фл.} = (0,02...0,05) \cdot q_{сін.}^н, \quad (7.18)$$

Напір води при вході на флейту повинен бути $H_{пр.}^{фл.} \leq 10 м$.

7.4.4 Промивний трубопровід для безперервного змиву обертових сіток

Обертові сітки (каркасні і безкаркасні) застосовують як правило у важких умовах забору води і передбачено будуть швидко забруднюватись під час експлуатації. Тому передбачено безперервно їх промивати в зворотному напрямку по відношенню до нормальної їх роботи.

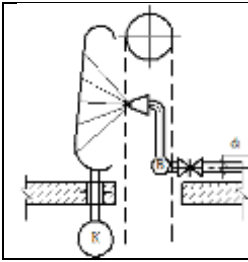


Рис 7.6 Схема промивного пристрою обертової сітки із лобовим підведенням води.

Б) Каркасна обертова сітка (з лобовим підведенням води) – флейта з круглими отворами.

$$d_{\text{фл}} = 100 \text{ мм} ; q_{\text{нр.}} = 30 \text{ л/с} ; H_{\text{нр.}} = 40 \text{ м} .$$

В цьому випадку напір води для промивки (на виході з промивного пристрою) повинен бути $H_{\text{нр.}}^{\text{об.сін.}} 20 \dots 30 \text{ м} .$

Можливі наступні конструктивні варіанти промивного пристрою:

А) для каркасної обертової сітки (із зовнішнім підведенням води) – флейта з отворами щілинного типу.

$$d_{\text{фл}} = 100 \text{ мм} ; q_{\text{нр.}} = 15 \dots 25 \text{ л/с} ; H_{\text{нр.}} = 15 \dots 20 \text{ м} .$$

В) бескаркасна обертова сітка з лобовим підведенням води – флейта з отворами у два ряди з насадками розбрискуючого типу.

$$d_{\text{фл}} = 100 \text{ мм} ; q_{\text{нр.}} = 15 \dots 20 \text{ л/с} ; H_{\text{нр.}} = 40 \text{ м} .$$

7.5 Додаткові пристрої БВСК

7.5.1 Трубопровід для перепуску води між секціями

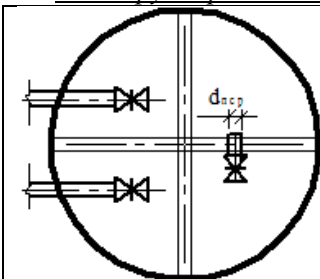


Рис.7.7. Схема розташування перепускового трубопроводу між секціями БВСК

Трубопровід розміщують затиснутим у перегородку між робочими секціями і визначають його діаметр для надійного

перепуску води із одної секції в другу, обладнуючи обов'язково засувками на обох його кінцівках. Його діаметр в курсовій роботі прийняти $D_{пер.} = 0,5 \cdot D_{св.}$.

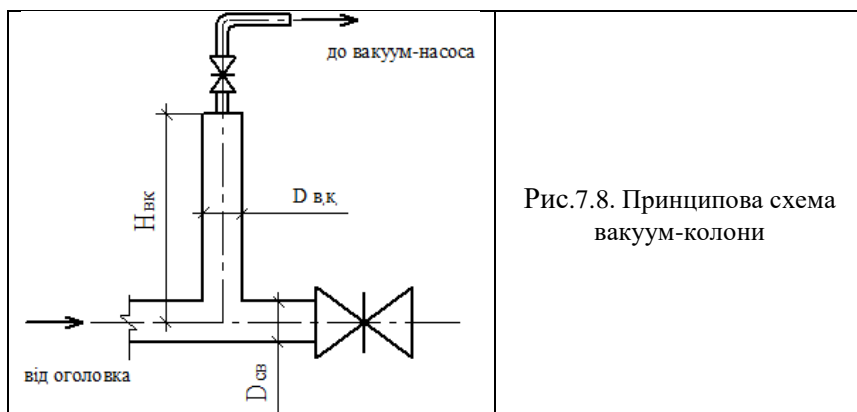
7.5.2 Каналізаційний трубопровід для відведення забрудненої води та пульпи за межі БВСК

Його діаметр рекомендується прийняти залежно від величин промивних витрат та пульпи $D_{кан.} = 150...200\text{мм}$

7.5.3 Розрахунок і конструктивне облаштування вакуум-колони

Гідроімпульсну промивку самопливних водоводів слід передбачати в будь-яких природних умовах забору води із вододжерела (особливо у важких шуго-кригових умов, або для збільшення категорії водозабірних споруд) для підвищення ефективності змиву наносів (або крижаної завіси шуги).

Діаметр труби для облаштування вакуум-колони приймають за співвідношенням: $D_{в.к.} = D_{с.в.}$.



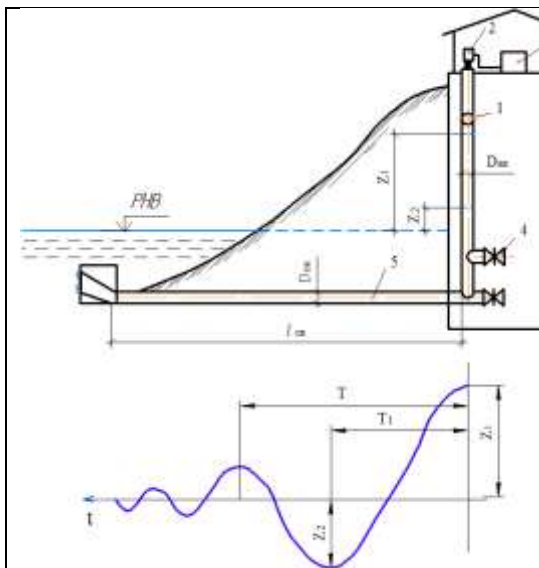


Рис.7.9 Розрахункова схема для перевірки промивної спроможності вакуум-колони: 1- вертикальний стояк вакуум-колони; 2-патрубок з отвором для випуску повітря («зриву вакууму»); 3-вакуум-насос; 4-трубопровід для подачі промивної води зворотнім током; 5-самопливний водовід.

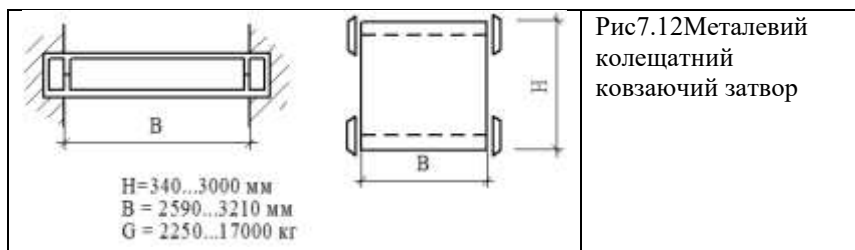
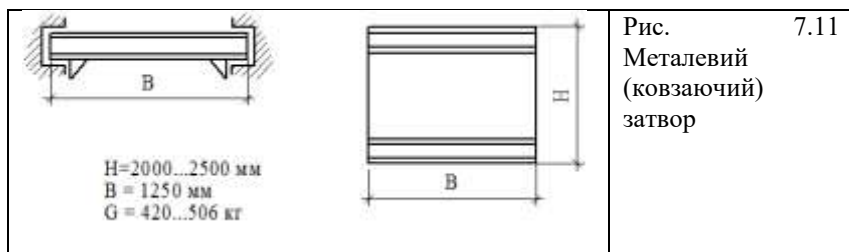
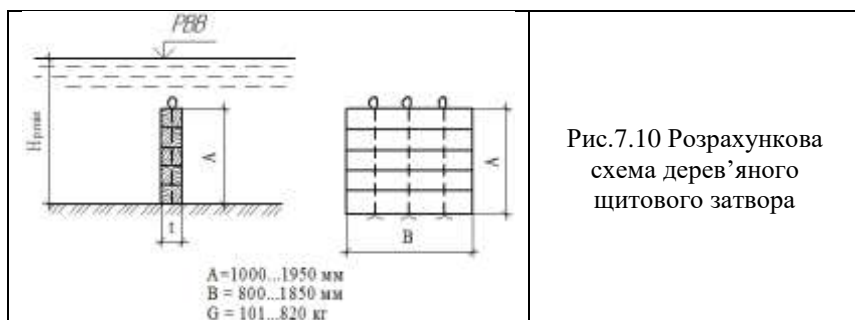
Розрахунок вакуум-колони полягає :

- у визначенні необхідної висоти вертикальної складової вакуум-колони $H_{в.к.}$;
- перевірки промивної спроможності (створення гідравлічного ударної хвилі в самопливному трубопроводі) під час промивки.

7.5.4 Розрахунок і підбір щитових затворів

Щитові затвори застосовують у берегових (та берего-руслowych) водозаборах для закриття водоприймальних вікон, та перекриття перепускних вікон в перегородці між приймальним і всмоктувальним відділеннями.

Щитові затвори можуть застосовуватись у трьох виконаннях : дерев'яні затвори [8,с.350...354] ; металеві листові ковзаючі; металеві ковзаючі на коліщатах.



7.5.5 Розрахунок і підбір вантажопідйомного обладнання (ВПО)

Вантажопідйомне обладнання передбачено як у службовому павільйоні БВСК (його наземна частина) так і в насосній станції I-го підняття. Воно призначене для проведення монтажних-демонтажних робіт (під'йому з підлоги або для розвантаження автотранспорту решіток, сіток, щитових затворів, засувок, ділянок труб, насосів, електродвигунів), а також для експлуатаційних робіт (відкриття люків, перенесення решіток та сіток у промивні ванни).

ВПО підбирають :

- за висотою підняття вантажу $H_{габ.е.}^{макс.}$ та масою найбільш габаритного обладнання, $G_{габ.е.}^{макс.}$;

- за довжиною підкранового шляху, $L_{п.ш.}$.

Тому, на початку слід визначити маси всіх елементів, які можливо будуть транспортуватися ВПО. До таких слід віднести:

А)у БВСК: ґратові решітки, плоскі знімні сітки, робоче полотно обертової сітки, засувки, поворотні дискові затвори, щитові затвори, люки (негерметичні), промивні ванни.

Б) в машинних залах насосних станцій (засувки, важкі елементи всмоктувальних комунікацій, насоси, електродвигуни до насосів, зворотні клапани.

До початку розрахунків слід скласти експлікацію найбільш масивних елементів споруди з визначенням його габаритної висоти розвантажуванні, $H_{габ.е.}$ (м), а також маси, G_e .

Таблиця 7.1

Приклад експлікації елементів підземної і наземної частин БВСК

Поз.	Найменування обладнання	Габаритна висота, $H_{габ.е.}$	Маса, G_e , т

ПРИМІТКА: обирають для підбору ВПО самий масивний із елементів експлікації. Тобто, $G_e \rightarrow \max$.

Слід при цьому враховувати, що виникають сили, які протидіють зусиллю на підняття елемента.

Довжина підкранового шляху повинна бути меншою за внутрішні планові габарити службового павільйона (або габаритної ширини машинного залу насосної станції)

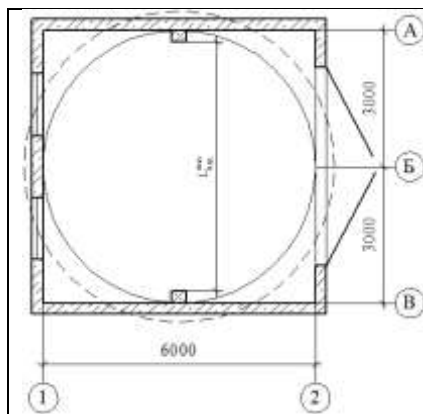


Рис.7.15
Розрахункова схема
для визначення
максимальної
довжини
підкранового шляху
ВПО для
службового
павільйона БВСК.

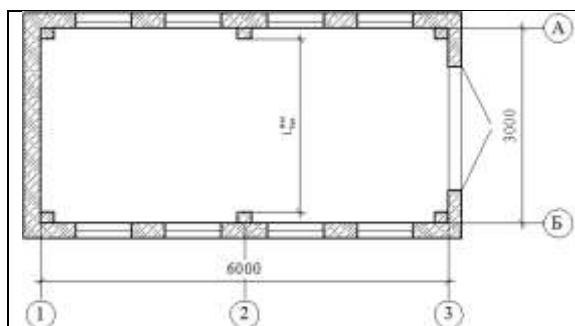


Рис.7.16
Розрахункова схема
для визначення
максимальної
довжини
підкранового шляху
ВПО для насосної
станції I-го підняття

8.СТАТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ВОДОЗАБІРНИХ СПОРУД З ПОВЕРХНЕВОГО ДЖЕРЕЛА

Водозабірні споруди (берегові колодязі, оголовки, самопливні та сифонні водоводи) розташовані в природніх умовах водного джерела і знаходяться в складних умовах роботи, що обумовлюється головним чином тим, що тиск ґрунту і води постійно змінюється в широкому діапазоні гідрологічних і гідрогеологічних характеристик (в залежності від коливань рівнів в водному джерелі). Тиск ґрунту і води може викликати те чи інше переміщення споруди (спливання, зрушення, перекидання).

Перевірочні розрахунки на стійкість споруд залежно від типу водозабору, що проектується і способу виконання будівельно-монтажних робіт. В курсовій роботі рекомендуються навести

наступні розрахунки на стійкість водозабірних споруд, русла і берегів річки, перелік яких наведено в табл.7.2

Таблиця 7.2

Рекомендовані статичні розрахунки

Тип ВЗС	Споруда (елемент)	Перевірочні статичні розрахунки					
		Стійкість споруди (елемента)			На стійкість берега		
		На спливання	На зрушення	На перекидан	На міцність	На розмив і дно берегів	На стійкість берега на
Русловий (на базі його комбінований, фільтруючий)	ОГОЛОВ	+	+	+			
	ВОДОВОДИ	+				+	
	КОЛОДЯЗЬ	+					
Береговий (на базі берего-русловий, колодязь)	КОЛОДЯЗЬ	+	+	+	+	+	+

ПРИМІТКИ:

1. Для водозабірних берего-руслових типу, колодязі яких мають в лобовій частині контакт з водою при високих рівнях в річці, рекомендується проводити не тільки самі розрахунки, що і для берегового водозабору.

2. Розрахунки на стійкість колодязів слід провести тільки для випадків нескельної основи.

3. У разі проектування бетонних дамб навколо БВСК та НС-1 статичні розрахунки можна не проводити. Те саме стосується і ковшового водозабору.

Приклад виконання статичних розрахунків наведено в [12].

9. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ВОДОЗАБІРНИХ СПОРУД

В цьому розділі слід навести умови експлуатації водозабірних споруд (спостереження за режимом водного джерела, прийняті способи випровадження осаду з берегових колодязів, промивки самопливних (або сифонних) водоводів, очистки сміттєзатримувальних решіток та водоочисних сіток), намітити періодичність огляду, чистки, планового ремонту споруд, а також привести перелік заходів щодо боротьби з ускладненнями, що виникають при роботі водозабору (відкладення наносів; розмив берега біля споруд; обморожування та заledenіння водоприймальних вікон; кольматування сміттям решіток, сіток, проникнення в споруди шуги; утворення біля водоприймачів шугозажорів, заторів льоду; біообростання споруд і т. і.). При цьому слід керуватись , [2,с.247...252; 3,с.11...20, 3І...37; 123...127, 316... 322, 356...364; 4.С.5І...59; 5,с.59...68,76...88, П6...І26; 7,с.213...218].

10. ЗАХОДИ ЩОДО РИБОЗАХИСТУ

В курсовій роботі для водозаборів на річках, що мають рибогосподарське значення, необхідно передбачити заходи щодо захисту рибної молоді і дорослих риб від їх проскакування в водозабірні споруди. На річках з мінімальною швидкістю течії (у місці розміщення створу ВЗС) $V_{p.min} > 0,3 м/с$ рекомендується застосовувати водоприймачі з вхідними швидкостями , які в 2...3 рази менші, ніж швидкість течії води у річці. Водоприймальні вікна таких водоприймачів слід обладнати решітками з стрижнями прямокутного перерізу, грані яких повернуто таким чином, що кут відводу води, який відкладається від напрямку течії в річці дорівнює 120...135°. На період скату рибної молоді (травень-серпень) решітки слід замінити сітками з періодичною промивкою їх зворотним током води.

На річках з швидкістю течії (в місці створу ВЗС) $V_{p.min} < 0,3 м/с$ водоприймачі необхідно обладнати спеціальними рибозахисними пристроями (РЗП- в подальшому) [1,п.9.2.12; 3,с.13.,І7, 97...99; 4,с.59... 60; 5,с.69...76; 7,с.72...76].

При цьому перевагу слід віддавати РЗП *механічного типу*:

- у важких природних умовах забирання води – фільтруючим касетам із завантаженням з щебеню, керамзиту або полімерних матеріалів;

- в легких природних умовах - сітчастим РЗП з ефективною системою регенерації робочого полотна (наприклад, сітчастим барабаном [12]), що дозволяють відмовитись від встановлення спеціальних водоочисних сіток в береговому колодязі.

На водозаборах руслового типу фільтруючі касети встановлюють в фільтруючих ряжевих оголовках [4,с.73; 5,с.24] , а сітчасті барабани - на круглих монолітних або збірних залізобетонних оголовках конструкції Діпрокомунводоканалу [4,с.76,77; 5,с.25].

На водозаборах берегового типу касети і сітки встановлюються в пази водоприймальних вікон. В проекті необхідно передбачити заходи, що запобігають засміченню і ушкодженню рибозахисних сіток різних конструкцій плаваючими предметами в паводковий період.

Практично повністю забезпечують рибозахист фільтруючі і глибинні водозабори, які виключають можливість потрапляння і травмування риби та інфільтраційні водозабори.

11.РОЗРАХУНОК І ПРОЕКТУВАННЯ ЗОН САНІТАРНОЇ ОХОРОНИ

Використовуючи рекомендації [1,п.15.2.2;12] в курсовій роботі необхідно встановити границі поясів зони санітарної охорони водного джерела, описати санітарний режим в них і заходи санітарно-оздоровчого характеру. Приклад розрахунків наведено в методичних вказівках з практичних занять спільні «Водопостачання. (Водозабірні споруди)».

12.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

В цьому розділі курсової роботи визначають капітальні затрати на будівництво водозабірних споруд і собівартість подачі води.

Капітальні затрати ($\sum K_{\text{зм.}}$) визначають як суму будівельної вартості споруд ($\sum C_{\text{бюд.}}$) і вартості обладнання $\sum C_{\text{обл.}}$), які

можуть бути визначені за [11,с.119...122] за укрупненими показниками вартості.

Для зручності розрахунків сумарних капіталовитрат на спорудження водозабірних споруд доцільно розрахунки проводити у табличній формі.

Таблиця 12.1

Розрахунок сумарних капітальних витрат коштів на спорудження водозабірних споруд

№ з/п	Статті витрат (найменування споруд)	Од.вим.	Кіл-ть од.вим.	Питомі кап.витрати, т ис.грн/од.			Повні кап.витрат и, тис.грн.			ПРИМІТКА
				С _{БМР}	С _{обл.}	Разом	С _{БМР}	С _{обл.}	Всього	

ПРИМІТКА: Для приведення капітало-витрат із цін 1995р до цін 2014 року слід застосувати коефіцієнти збільшення до укрупнених вартостей за [11]: для вартості БМР - $K_{зб.}^{БМР} = 6$, а для обладнання - $K_{зб.}^{обл.} = 8$.

Собівартість подачі води визначають за співвідношенням

$$Ц_{\epsilon} = \frac{C_p}{Q_{piv.}}, \quad (12.1)$$

C_p - сумарні річні експлуатаційні витрати коштів у розрахунку на експлуатацію водозабірних споруд, т.грн/рік;

$Q_{\epsilon.}^{pik.}$ - річна продуктивність водозабірних споруд, т.м³/рік.

Аналогом служать споруди, що близькі за складом і параметрами до запроектованих. Капітальні і річні експлуатаційні затрати, що визначені за [15], можуть бути скоректовані з врахуванням змінених розцінок (див. Примітку табл. 7.1).

Список використаної літератури

1. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування (ДБН В.2.510-74:2013 - [Чинний від 20014–01–01]. Київ : Мін-во регіон.розвитку,будівн-ва та ЖКГ, 2013. 283 с. (Державні будівельні норми України).
2. Образовский А. С. Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников / Образовский А. С., Ереснов Н. В., Ереснова В. Н., Казанский М. А. / под. ред. Михайлова К. А., Образовского А. С. М. : Стройиздат, 1976. 368 с.
3. А. М.Тугай. Расчет и конструирование водозаборных узлов. Киев : Будівельник,1978. 160 с.
4. Тугай А. М. Водоснабжение. Водозаборные сооружения. Київ : Вища школа,1984. 200 с.
- 5(6). Порядин А. Ф. Устройство и эксплуатация водозаборов. М. : Стройиздат,1984. 184с.
- 7(8). Булава М. Н., Кудін С. М. Водозабірні і гідротехнічні споруди. Київ : Вища школа, 1974. 229 с.
8. Москвитин А. С. Справочник по специальным работам. Трубы, арматура и оборудование водопроводно-канализационных сооружений / А. С. Москвитин, В. И. Махров, Е. В. Авдеев / под ред. А. С. Москвитина. 2- е изд, перераб. и доп. М. : Стройиздат, 1970. 528 с.
9. Ф. А. Шевелев. Таблицы для гидравлического расчета: стальных, чугунных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. М. : Книга по требованию, 2013. 116 с.
10. В. Я. Карелин. Насосы и насосные станции : учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и допол. М. : Стройиздат,1986. 320 с.
11. Г. М. Басс. Водоснабжение. Техничко-економіческіе расчеты. Киев : Вища школа, 1977. 152 с.
12. Орлов В. О. Проектування водозабірних споруд : навчальний посібник / Орлов В. О., Назаров С. М., Шадура В. О. Рівне : УДУВГП, 2002. 128 с., іл.
13. Э. В. Залуцкий. Насосные станции Курсовое проектирование : учебное пособие / Залуцкий Э. В., Петрухно А. И. Киев : Вища школа,1987. 167 с.
14. Тугай А. М., Орлов В. О. Водопостачання : підручник. Київ : Знання, 2009. 735 с.

15. Каталог. Насосы, применяемые в мелиорации. Трест Росоргтехводстрой» MBX РСФСР. 1987. 229 с.

16. Орлов В. О. Водозабірні споруди : навч. посіб. / В. О. Орлов, С. М. Назаров, А. М. Орлова. Рівне : НУВГП, 2010. 167 с.

17. Перешивкин А. К. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / А. К. Перешивкин, А. А. Александров, Е. Д. Булынин; Под ред. Перешивкина А. К. 4-изд., перераб.и доп. М. : Стройиздат, 1988. 653 с.: ил. (Справочник строителя). ISBN 5-274-00045-2/

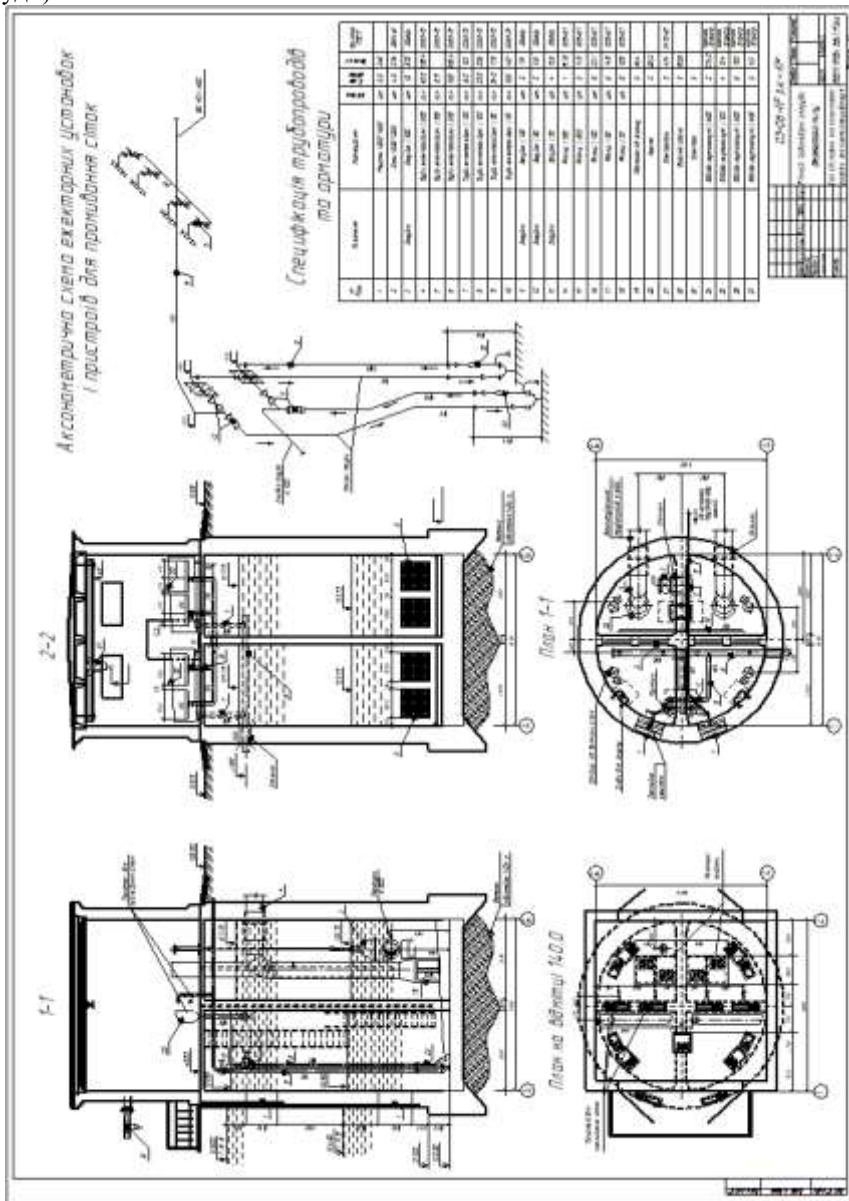
Інтернет ресурси:

03-06-31 Назаров, С. М. (2017) Робоча програма навчальної дисципліни «Водопостачання (водозабірні споруди)» для студентів, які навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» із скороченим терміном навчання. [Робочі програми] URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/6374/>

Орлов, В. О. та Назаров, С. М. та Орлова, А. М. (2010) Водозабірні споруди. НУВГП, Рівне. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2713/>

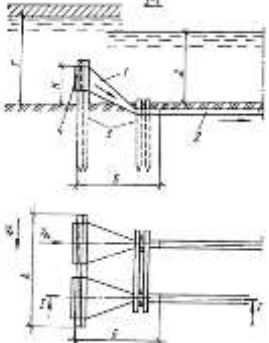
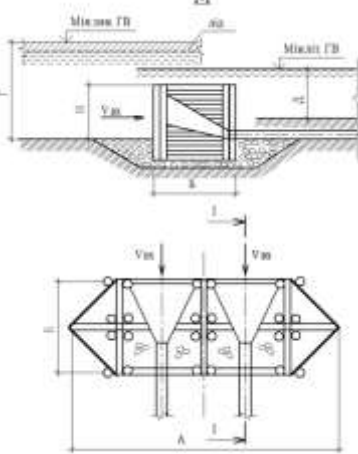
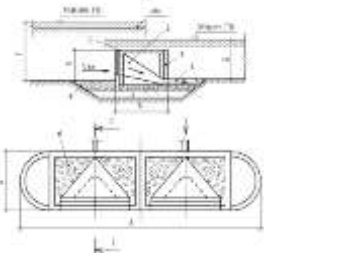
ДОДАТОК 1

Приклад графічної частини курсової роботи (Річкові водозабірні споруди)



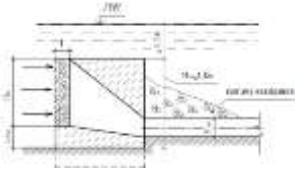
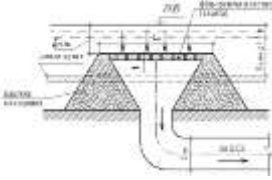
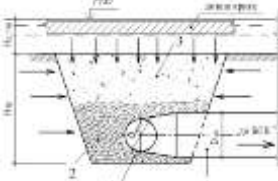
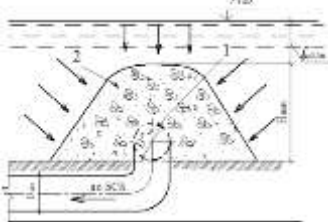
ДОДАТОК 2

Умови застосування і конструкція затоплених оголовків
руслowych і берегоруслowych водозаборів

Найменування	схема	Умови застосування
Розтрубно-пальовий (незахищений) оголовок з бічним прийомом води		В легких умовах, $q_e < 0,2 \text{ м}^3/\text{с}$; РЗП непередбачений
Дерев'яний зрубовий захищений з бічним прийомом води		В середніх, або важких умовах (при умові шугоносної річки) $q_e < 1,0 \text{ м}^3/\text{с}$
Залізобетонний захищений оголовок з бічним прийомом води		У легких та середніх умовах, $q_e < 1,0 \text{ м}^3/\text{с}$, РЗП (плоска знімна сітка, або фільтруюча касета), в умовах судноплавства та лісосплаву

ДОДАТОК 3

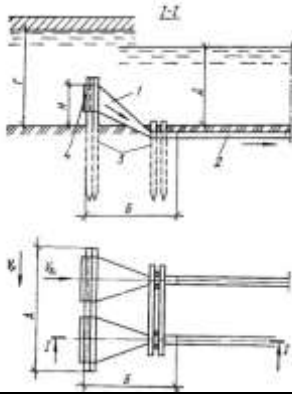
Водоприймачі фільтруючого типу

<p>Залізобетонний захищений оголовок з бічним прийомом води, з фільтруючими касетами або пластинами</p>		<p>При $H_{p.min} \geq 2 м$; Для рибозахисту; в річках з незначною шугоносністю; середні умови; $q_{\sigma} \leq 0,5 м^3 / с$; при відсутності донної криги.</p>
<p>Залізобетонний захищений, з вертикальним прийомом води, фільтруючими касетами або пластинами</p>		<p>За шуго- та рибозахисту; важкі умови; у висококаламутних річках; при наявності донної криги; $q_{\sigma} \leq 0,5 м^3 / с$; при $H_{p.min} \leq 1,5 м$</p>
<p>Фільтруюча траншея</p>	 <p>1-збірний перфорований колектор; 2-підтримуючі шари звсіпки; 3-фільтруючі шари; 4-самопливний водовід.</p>	<p>У висококаламутних річках; значний шугоносністі; при $H_{p.min} \leq 1,5 м$; при наявності донної криги; для рибозахисту;</p>
<p>Фільтруюча дамба</p>	 <p>1- збірний перфорований колектор; 2-фільтруюча кам'яна обсіпка; 3-самопливний водовід.</p>	<p>У річках з високим вмістом завидливих речовин; значна шугоносністі; для рибозахисту; при $H_{p.min} \geq 2 м$; $1,0 \leq q_{\sigma} \leq 5,0 м^3 / с$</p>

ДОДАТОК 4

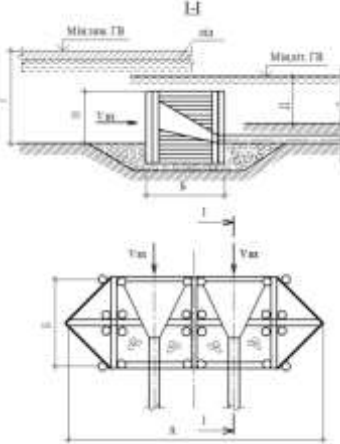
Висотне і планове конструювання типових оголовків

Розтрубно-пальовий (незахищений) оголовок з бічним прийомом води



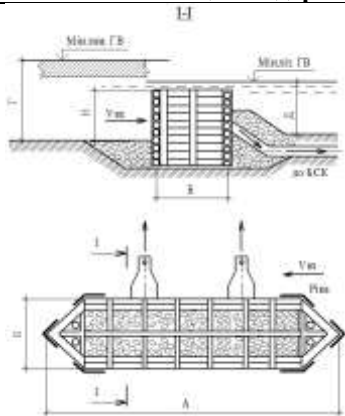
Продуктивність водозабору, $Q_{взс}$, м ³ /с	Габаритні розміри, м				
	А	Н	Б	Г	Д
0,02...0,06	3,5	1,3	3,6	2,5	1,6
0,065...0,2	5,0	1,5	4,1	2,7	1,8

Дерев'яний зрубовий захищений з бічним прийомом води



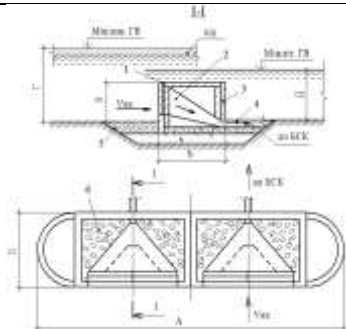
Продуктивність водозабору, $Q_{взс}$, м ³ /с	Габаритні розміри, м				
	А	Н	Б	Г	Д
6,5	1,5	2,5	2,7	1,8	6,5
8,6	1,7	3,0	2,9	2,0	8,6
10,0	1,9	3,0	3,1	2,2	10,0
15,4	1,9	3,5	3,1	2,2	15,4
17,4	1,9	3,5	3,1	2,2	17,4

Захищений дерев'яний фільтруючий оголовок



Продуктивність водозабору, q_{B3C} , м ³ /с	Габаритні розміри, м				
	А	Н	Б	Г	Д
0,02...0,06	10,2	2,1	3,0	3,3	2,4
0,065...0,2	13,2				
0,2...0,32	17,2				

Залізобетонний захищений оголовок з бічним прийомом води



Продуктивність водозабору, Q_{B3C} , м ³ /с	Габаритні розміри, м					
	А	Н	Б	Г	Д	
	0,02...0,06	10,2	2,1	3,0	3,3	2,4
	0,065...0,2	13,2				
	0,2...0,32					
0,32...0,64	17,2					

ДОДАТОК 5.1

Таблиця додатку 5.1

Залежність висоти стовпа води , що відповідає атмосферному тиску від висоти розташування БВСК $H_a = f(Z_3^k)$

Z_3^k ,М	0	100	200	300	400	500	600	800	1000
H_a ,М	10,1	10	9,9	9,75	9,65	9,5	9,4	9,2	9,0

ДОДАТОК 5.2

Таблиця додатку 5.2

Залежність напору, що відповідає парціальному тиску водяної пари та від температури (найбільш гарячого місяця року)

$$H_s = f(T_{пов}^{max})$$

$T_{пов}^{max}$,°C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
H_s ,М	0,063	0,089	0,125	0,174	0,24	0,33	0,43	0,59	0,65